

GPS-Repeater

Langenbrettach, 08.08.2002
Matthias Bopp DDIUS

Einführung:

Anbei eine kurze Dokumentation sowie ein Erfahrungsbericht zu einem GPS-Repeater, welcher GPS an abgeschirmten Orten wie im Inneren von Gebäuden oder innerhalb von Fahrzeugen ermöglicht. Der Repeater empfängt die GPS-Signale der sichtbaren Satelliten mittels einer im freien aufgestellten Antenne, verstärkt sie und strahlt sie schließlich an einem anderen Ort (z.B. im Gebäude) wieder ab. Der GPS-Repeater besteht aus 3 Baugruppen: dem Empfänger, dem Sender und dem Netzteil. Tatsächlich werden natürlich noch Kabel benötigt um die 3 Baugruppen zu verbinden.

Bilder des Repeaterkits:



GPS-Repeaterkit: Sender, Empfänger, Netzteil



GPS-Repeaterkit: Sender (links Anschluss für Versorgungsspannung, vorne HF-Eingangsbuchse, Oberseite mit Schrauben ist Abstrahlungsrichtung)



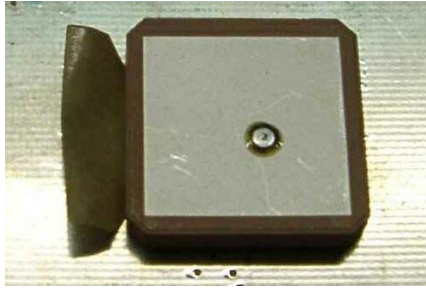
GPS-Repeaterkit: Empfänger (von oben, sollte für optimalen Empfang auch so angeordnet werden)



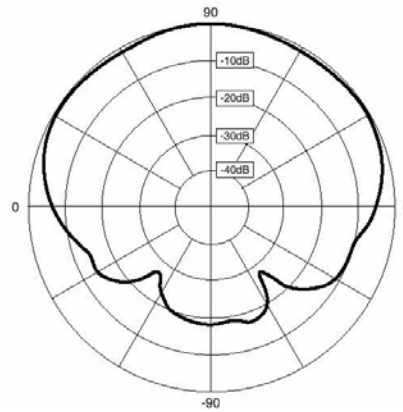
GPS-Repeaterkit: Netzteil $V_s = 8.2V$ DC

Inbetriebnahme:

Zur Inbetriebnahme muss nur das Netzteil an den Sender angeschlossen sowie das HF-Kabel des Empfängers in den Sender eingesteckt werden. Da der Sender nur 2 Buchsen besitzt und diese verpolungssicher sind kann eigentlich nichts schief gehen. Der Empfänger muß denn irgendwo draußen mit möglichst freier Sicht auf die gesamte Hemisphäre aufgestellt werden. Es ist in den meisten Fällen auch ausreichend, wenn nur zu einem größerer Teil des Himmels freie Sicht besteht. Derzeit ist das GPS-System so gut ausgebaut, daß meist mehr als 6 Satelliten gleichzeitig sichtbar sind und damit ausreichende Redundanz besteht. Der Empfänger ist auf der Rückseite magnetisch, haftet also sehr gut auf Eisenteilen. Das Kabel vom Empfänger zum Sender ist ca. 5m lang und damit hoffentlich für die meisten Applikationen ausreichend lang. Ich habe ein besonders dünnes Kabel und einen kleinen SMB-Stecker gewählt so daß es mit der Verlegung keine Probleme geben sollte. Sollte die Länge nicht ausreichen, kann ein Verlängerungskabel verwendet werden. Allerdings wird durch die höheren Verluste eines längeren Kabels die Reichweite des Senders etwas reduziert. Der Sender muß möglichst frei im Raum aufgestellt werden. Die Seite mit den Schrauben ist die Seite, auf der die Sendeantenne angebracht ist und welche möglichst zum GPS-Handempfänger, GPS-Teleskop o.ä. gerichtet sein sollte. Die Abstrahlcharakteristik ist fast omnidirektional d.h. eine Halbkugel wird ausgeleuchtet. Die Sendeantenne ist wie die Empfangsantenne eine Patchantenne mit zirkularer Polarisation (RHCP = right hand circular polarized).



GPS-Patchantenne (Originalgröße)
(Hauptstrahlungsrichtung „nach oben“)



Strahlungsdiagramm einer GPS-Patchantenne
(orientiert wie links daneben zu sehen)

Ich schlage als Montageort die Decke eines Zimmers oder des Innenraumes eines Kraftfahrzeuges vor. In einem KFZ müßte das Netzteil durch eine Gleichspannungsquelle mit $V_s = 8.2V \dots 12V$ ersetzt werden. Im Einsatz des Repeaters ist darauf zu achten, dass Sende- und Empfangsantenne ausreichend entkoppelt sind. Dies kann durch ausreichend großen Abstand oder durch additive Dämpfung z.B. durch Mauerwerk erreicht werden. Ein Fenster, wenn nicht zur Wärmeschutzisolierung metallisch bedampft, hat im allgemeinen nur eine geringe Dämpfung. Falls die Dämpfung nicht ausreicht, kann das System aufrauschen und gegebenenfalls sogar schwingen. In beiden Fällen ist dann ein Empfang nicht mehr möglich. Bitte auch darauf achten, dass die beiden Antennen nicht aufeinander ausgerichtet sind. Die Sendeantenne sollte nach Möglichkeit von der Empfangsantenne weg strahlen (siehe Antennendiagramm).

Geöffnetes GPS-Sendeteil:

Anbei zwei Bilder des geöffneten GPS-Senders. Er basiert auf einem Verstärker-IC der Firma Triquint Semiconductor TQ9121 sowie der zuvor gezeigten Patchantenne auf Keramikbasis. Nachträglich wurde die Verstärkung und damit die Reichweite durch das Nachschalten eines weiteren Verstärkers (ein MMIC der Firma Avantek vom Typ MSA0685) erhöht.



GPS-Repeater: Blick in den geöffneten Sender, rechts an HF-Buchse zum Empfänger befindet sich eine Fernspeiseweiche (Widerstand und Spulen)



GPS-Repeater: Verstärker im geöffneten Sender. Nicht sicherbar ist die eigentliche Oberseite: auf der Rückseite der Platine ist eine Patchantenne aufgeklebt. Ebenfalls auf der nicht sichtbaren Seite der Platine befindet sich ein 5V Spannungsregler.

Erfahrungsbericht:

Anbei einige Ergebnisse meiner bisherigen Untersuchungen. Der ganze Aufbau ist sehr kompakt und einfach zu installieren. Ich habe mit dem GPS-Repeater eine Reichweite (Abstand Sender zu GPS-Handempfänger Garmin GPS45) im Gebäude von ca. 3-4 Metern erreicht. Ich bin damit recht zufrieden und hoffe, daß dies auch für die meisten Anwendungen ausreichen wird. Die folgenden Fotos mit kurzen Kommentaren dokumentieren die

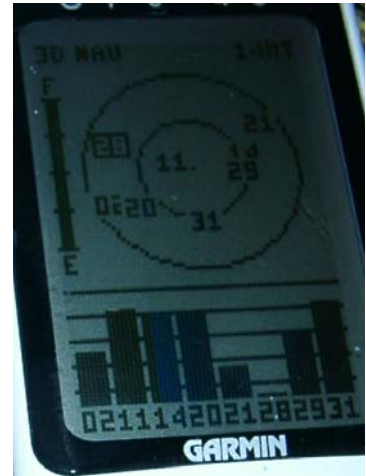
Versuche. Die Bilder des Displays des GPS-Empfängers (Garmin GPS45XL) zeigen oben die sichtbaren GPS-Satelliten mit deren Position am Firmament (oben = Nord, unten = Süd, äußerer Kreis = 0° Elevation, innerer Kreis = 45° Elevation, Punkt in der Mitte = 90° Elevation) sowie unten deren Feldstärken. Die Satelliten sind in beiden Darstellungen nummeriert und somit können die Feldstärkewerte eindeutig den Satelliten im oberen Display zugeordnet werden. Im allgemeinen sind die Satelliten um so besser zu empfangen (höhere Feldstärke), je höher sie am Himmel stehen. Tatsächlich spielt aber nicht nur die Feldstärke sondern auch andere Effekte wie z.B. Mehrwegeausbreitung eine Rolle.



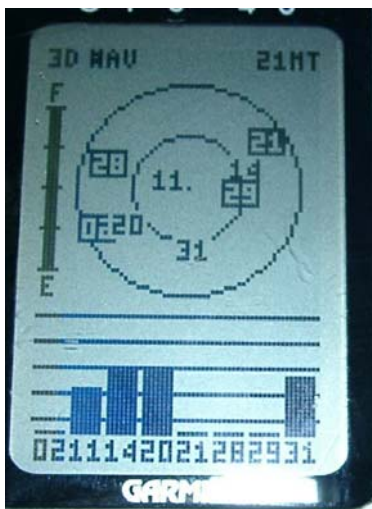
Anzeige im Abstand 1m, 7 Satelliten gut bis sehr gut empfangen, 8 waren über dem Horizont



Aufbau: Vorne GPS-Empfänger, hinten an der offenen Türe hängend Sender des GPS-Repeaters, Abstand ca. 1m



Anzeige im Abstand 2m, noch 7 Satelliten empfangen, Feldstärke etwas schwächer geworden, Nr. 28 ist oben schwarz hinterlegt, da ohne Feldstärke)



Anzeige im Abstand 3m, noch 4 Satelliten mit ausreichender Feldstärke empfangbar



Aufbau: vorne GPS-Empfänger, hinten an der offenen Türe hängend Sender des GPS-Repeaters, Abstand ca. 3m

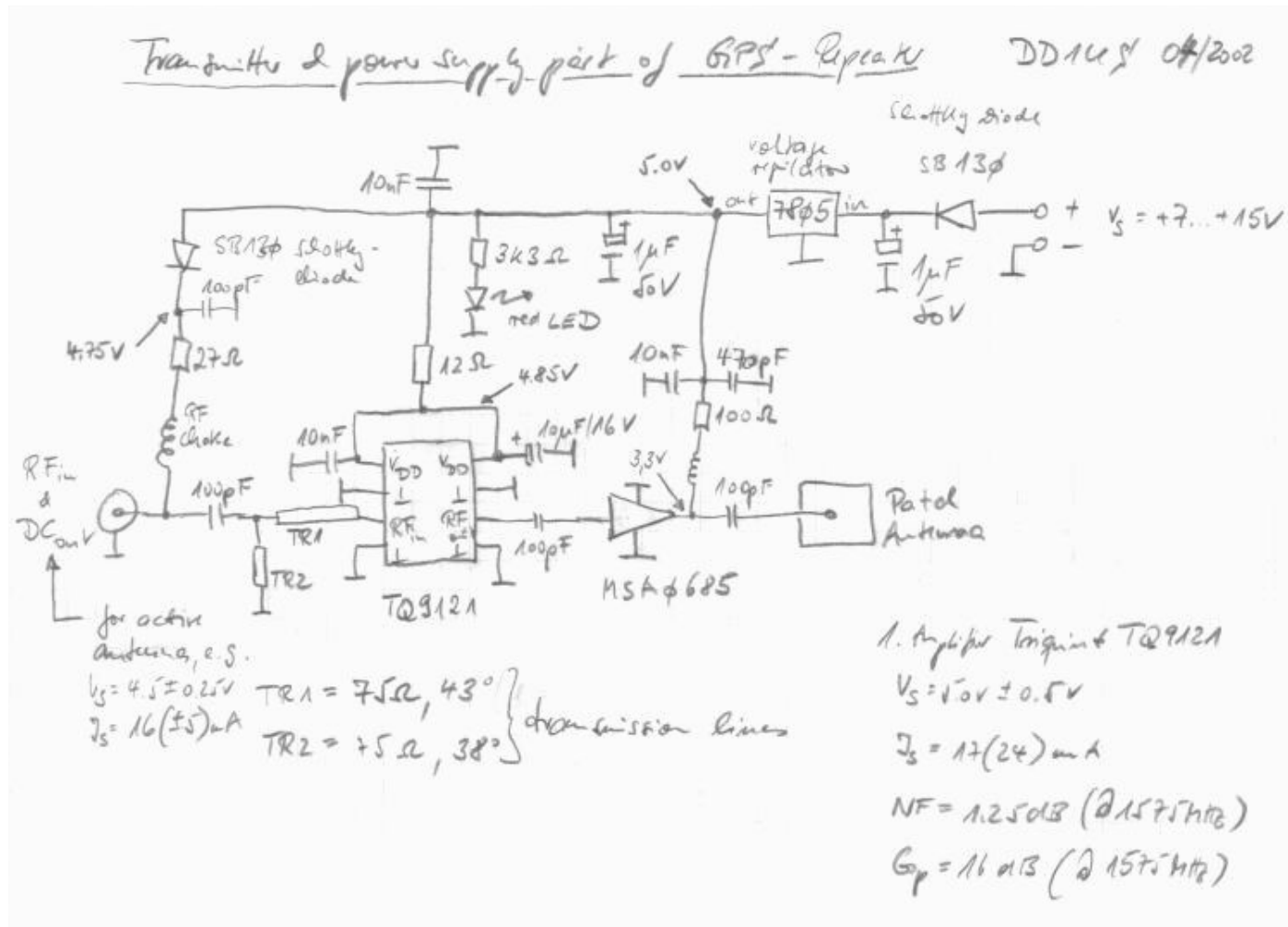


Anzeige im Abstand 5m, nur noch 2-3 Satelliten empfangbar. Dies ist für eine Positionsbestimmung nicht ausreichend.

Wie gezeigt ist auch im Abstand von ca. 5m noch ein schwacher Empfang möglich. Da der mir zur Verfügung stehende GPS-Handempfänger bereits recht betagt ist bin ich sicher, daß mit einem neueren Modell auch bei mehr als 5m Abstand noch ein Empfang mehrerer Satelliten möglich sein könnte. Ich gehe derzeit davon aus, daß bei einer Montage des Senders an der Decke eines Zimmers im Abstand von ca. 3m auf jeden Fall ein guter Empfang mit einem modernen GPS-Handempfänger oder z.B. einem NexStar GPS-Teleskop möglich sein sollte.

Wie oben angedeutet habe ich nachträglich die Reichweite durch den Einbau eines weiteren Verstärkers erhöht. Dieser MMIC-Verstärker vom Typ MSA0685 der Firma Avantek ist recht einfach zu applizieren. Eine von mir zunächst befürchtete Instabilität durch Rückkopplungen von der Sendeantenne auf die Empfangsantenne konnte bei geeigneter räumlicher Entkopplung (Empfangsantenne draußen, Sendeantenne innen) bisher nicht beobachtet

werden. Mit dem verbesserten Repeater lässt sich ein ganzer Raum mit mindestens 25mm2 problemlos ausleuchten. Nachfolgend noch eine Skizze des Schaltbildes vom Senderteil.



Viel Spaß und viele Grüße

Matthias

Email: DD1US@AMSAT.ORG
 Homepage: <http://www.dd1us.de>