

Einfluß der Höhe über dem Boden auf die Empfangsleistung einer kleinen Breitband-Magnetschleife

Impact of the Height Above the Ground to the Receiving Performance of a Small Wideband Magnetic Loop

Veröffentlicht am: 20.11.2018, Überarb. 1.0 Juli 2018, Überarb. 1.1 Nov 2018

Autor: Chavdar Levkov LZ1AQ

Aufbau

Zwei identische kleine Schleifen wurden gemäß Abb. 1 übereinander gelegt. Eine der Schleifen ist sehr niedrig - fast am Boden. Die andere befindet sich in einer Höhe, die normalerweise von den Loop-Benutzern verwendet wird. Es wurden zwei aktive AAA-1C-Breitbandantennenverstärker verwendet. Ihre Verstärkungsdifferenz betrug nicht mehr als 0,3 dB. Die Speiseleitung bestand aus einem FTP-Kabel mit einer Länge von jeweils 20 m. Es wurden keine Kabelbaluns verwendet. Die Ausgänge wurden über einen Zweiwege-Antennenschalter mit einem SDR RX (Perseus) verbunden. Ich habe eine Meßtechnik verwendet, die in *Eine periodische Schalttechnik* beschrieben ist, um die Empfangsantennenleistung bei starkem Fading zu vergleichen. Dies ist eine präzise Methode, um zwei Empfangsantennen mit realen Himmelswellensignalen zu vergleichen, und die Auflösung kann weniger als ein Dezibel betragen. Die Idee ist, regelmäßig zwischen zwei Antennen zu wechseln und deren Differenz auf einem kalibrierten Grafikstärkemeßgerät eines SDR-Radios abzuschätzen.

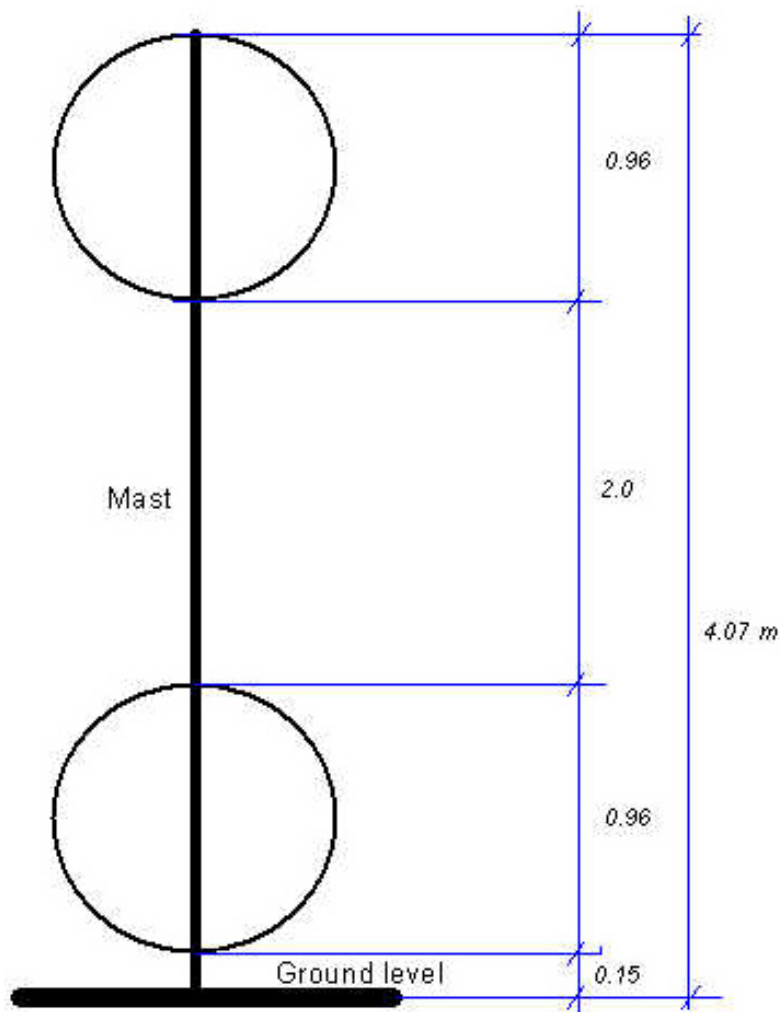


Abb. 1. Versuchsaufbau. Die Abmessungen sind in Metern angegeben. Die Schleifen bestehen aus 16 mm PE / Aluminium-Rohr und sind vertikal in einer Ebene angeordnet.

Umgebung

Die Schleifen wurden auf einem Rasenplatz etwa 5 bis 6 m von einem Haus entfernt (Abb. 2) in halbstädtischer Lage (in einem Tal) plaziert. Der Boden ist etwas sandig. Die Luftfeuchtigkeit des Bodens ist nicht bekannt, aber das Wetter in den letzten Tagen war bewölkt mit gelegentlichem Regen. Beide Schleifen befinden sich in einer Ebene und die Richtung ist N & S.



Abb. 2

Experiment

Die Schleifenleistung wurde an realen Signalen in einem sehr weiten Frequenzbereich von 77 kHz bis 28 MHz getestet. Auch das Abhören der Bänder für sehr schwache DX-Sender wurde mit manueller Umschaltung durchgeführt, um Unterschiede in der Signalstärke abzuschätzen. Der Bandrauschpegel wurde auch bei mehreren Frequenzen als Leistung in 1 kHz Bandbreite an Stellen gemessen, an denen keine Signale vorhanden sind.

Ergebnisse

Die Signalleistungsdifferenz zwischen Phigh-Pflug mit hoher und niedriger Schleife ist in Abb. 3 dargestellt. Es muß erwähnt werden, daß dieser Unterschied nicht konstant ist und sehr instabil sein kann. Änderungen des Vorzeichens sind insbesondere bei höheren Frequenzen häufig. Abb. 4 zeigt einen Fall, in dem sich die Signaldifferenz zeitlich schnell ändert. Tabelle 1 zeigt die Geräuschpegeldifferenz PNhigh - PNlow

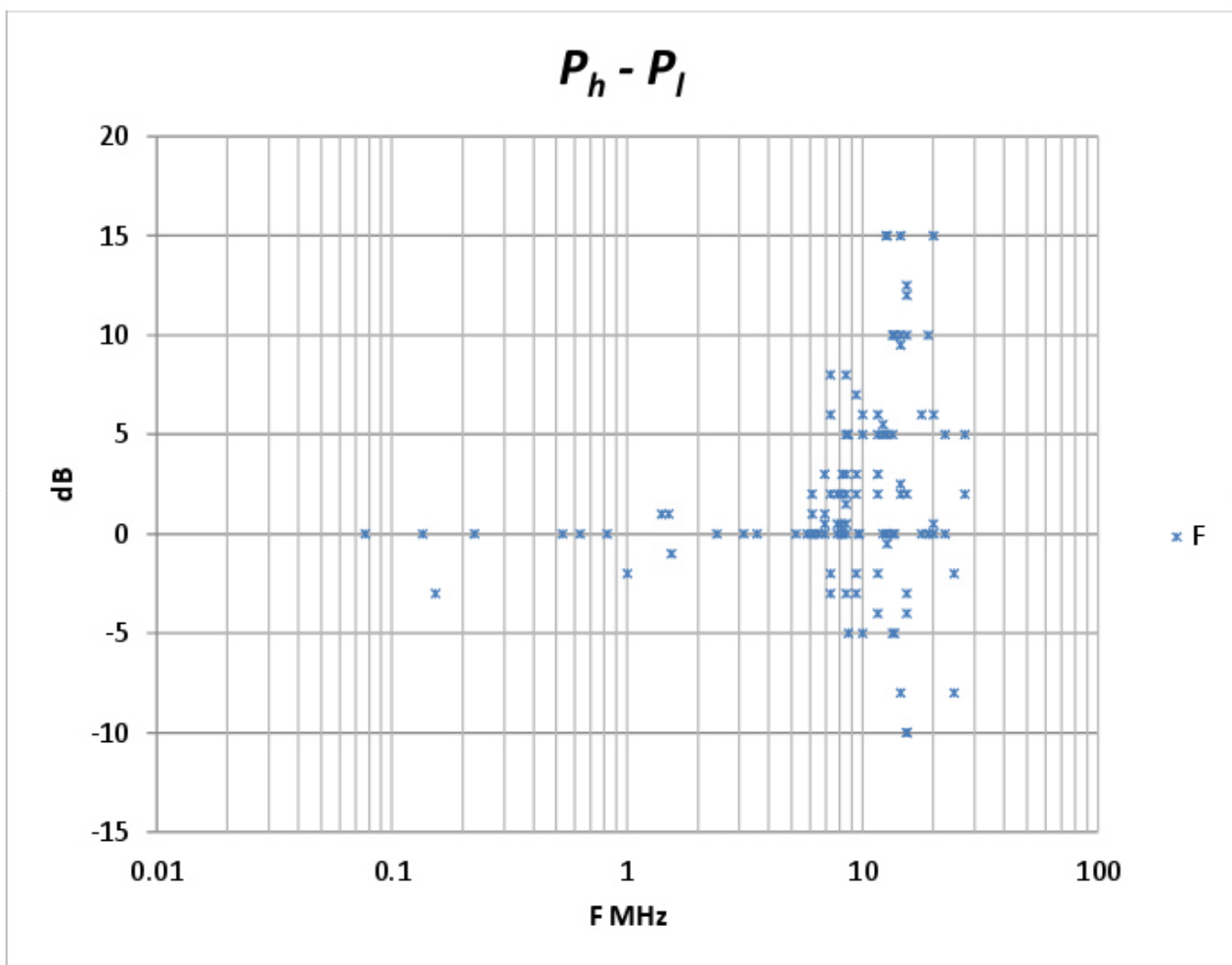


Abb. 3. Signalstärkendifferenz Phigh - Pflug für 108 Messungen im Spektrum von 0,07 bis 28 MHz. Für alle Punkte über 0 dB ist das Signal in der Hoch-Schleife stärker und umgekehrt. Wie zu sehen ist, ist der Unterschied oberhalb von 5 MHz bei starken Fading-Effekten instabil. Bei einigen Signalen kann die zeitliche Differenz 10 - 15 dB erreichen. Für die instabilen Signale sind zwei Punkte aufgetragen - der minimale und der maximale Differenzwert. Z.B. Für ein bestimmtes Signal schwankt die Differenz zwischen -5 und +10 dB - das bedeutet, daß manchmal eine niedrige Schleife mit 5 dB und eine hohe Schleife mit 10 dB besser ist. 0 dB bedeutet, daß die Schleifen in ihrer Leistung identisch sind.

F MHz	0.1	0.5	1	2	3.5	7	10	14	18	21	25	28
P_{Nlow} dBm	-84	-66	-98	-98	-98	-103	-106	-110	-116	-115	-118	-119
P_{Nhigh} dBm	-86	-67	-98	-98	-98	-104	-109	-115	-117	-118	-119	-119
Difference dB	2	1	0	0	0	1	3	5	1	3	1	0

Tabelle 1. Bandrauschpegel, gemessen bei einigen Frequenzen.

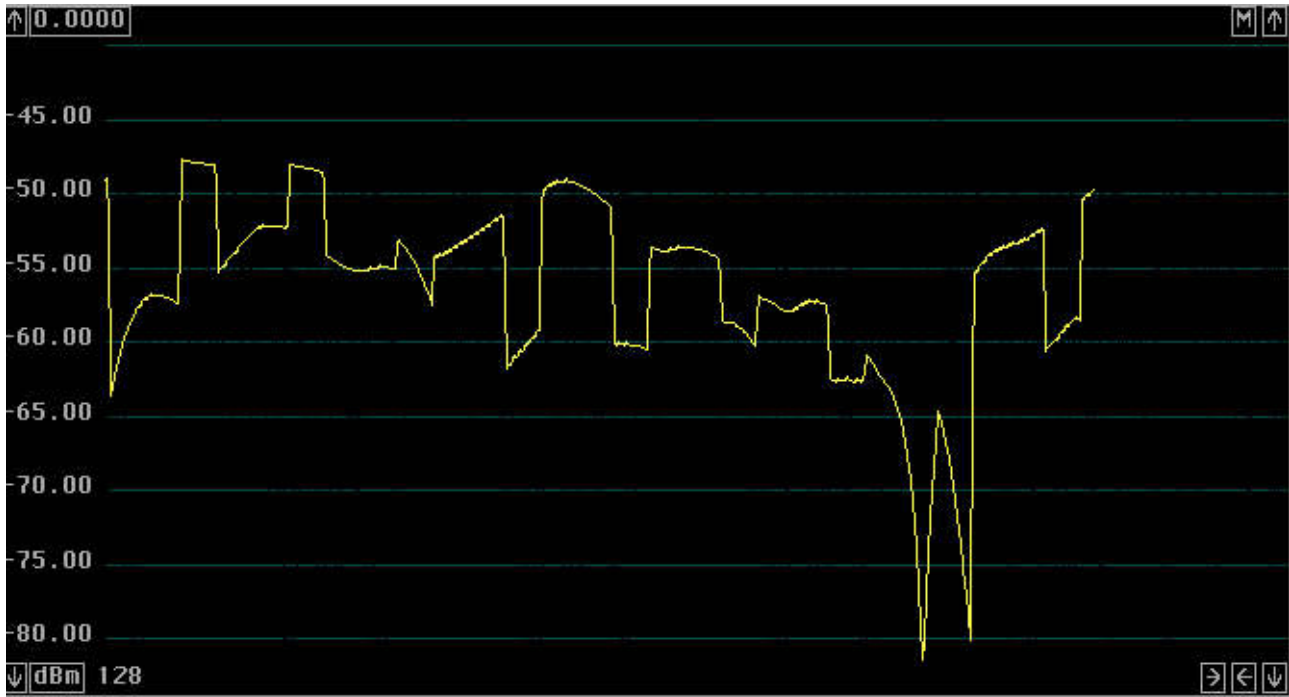


Abb. 4. Ein typisches S-Meter-Diagramm eines instabilen Signals bei 15,6 MHz mit starkem Fading. In regelmäßigen Abständen wird die Hoch-Schleife für 400 ms und die Niedrig-Schleife für 200 ms verbunden. Auf der linken Seite ist die niedrige Schleife mit 7 bis 8 dB besser und dann ist die hohe Schleife mit 10 dB vorherrschend. Das Signal ist ein Träger einer Rundfunkstation. Das S-Meter-Diagramm wird mit dem SDR-Programm von Linrad erstellt.

Kommentar

Es gab fast keinen Unterschied in der Signalstärke bis zu 5 MHz. Bei höheren Frequenzen ist die Differenz abwechselnd und kann häufig das Vorzeichen ändern. Diese wechselnden Unterschiede können Werte von bis zu ± 10 dB erreichen, es kann jedoch nicht festgestellt werden, daß eine Antenne gegenüber der anderen Vorteile hat. Für einige Sekunden ist die eine Antenne besser, aber dann ist die andere voraus. Es ist nicht klar, warum diese Dispersion bei Frequenzen über 5 MHz so abrupt beginnt. Der Abstand zwischen den Schleifen bei diesem Experiment für 5 MHz beträgt $0,05 \lambda$ und erreicht $0,3$ bei 30 MHz. Sie sind zu nahe, um solche Unterschiede bei ebenen Wellen zu erwarten.

Offensichtlich ist bei diesen Frequenzen die einfallende elektromagnetische Welle nicht homogen und kann nicht als ebene Welle angenommen werden. Zusätzlich ist das Interferenzbild wahrscheinlich vorübergehend und räumlich aufgrund von Reflexionen vom Boden, von nahe gelegenen Objekten und Hügeln sehr „verdreht“. Der Abstand zwischen den Schleifen in diesem Experiment beträgt 3 m und bei Frequenzen über 10 MHz können sie sogar für den Diversity-Empfang verwendet werden.

Eine Nebenschlußfolgerung: Die akzeptierten Annahmen für die e.m.: Das Feld bei der Antennenkonstellation ist möglicherweise nicht gültig und die tatsächliche Leistung, z. B. eines

empfangenden phasengesteuerten Arrays kann sich erheblich von der Konstellation unterscheiden. Es gibt einen leichten Vorteil der höheren Schleife, wie in Abb. 3 zu sehen ist, aber es müssen mehr Experimente durchgeführt werden, um statistisch zuverlässige Ergebnisse zu erhalten. Interessanterweise ergeben die Modellberechnungen in NEC eine etwas höhere Verstärkung für die untere Schleife. Es gibt einen Unterschied der Bandrauschpegel bei Frequenzen zwischen 7 und 25 MHz und auch bei sehr niedrigen Frequenzen. Es ist auch nicht klar, was der Grund dafür ist. Dies kann eine lokale Störung oder eine leitungsgebundene Störung sein, da keine besonderen Maßnahmen ergriffen wurden, um den von Menschen verursachten Störungen vor Ort zu vermeiden.

Schlußfolgerungen

Die beiden Antennen haben eine identische Leistung von bis zu 5 MHz. Bei höheren Frequenzen ist das Welleninterferenzbild um die beiden Schleifen nicht gleichmäßig (für diesen Abstand zwischen den Schleifen), was sich als instabiler Unterschied manifestiert. Dies führt nicht zu einer deutlich überlegenen Leistung einer der Antennen. Je höher die Frequenz, desto stärker ist dieser Effekt. Praktisch können wir eine kleine vertikale Breitbandschleife in jeder Höhe montieren, die für unsere lokalen Anforderungen geeignet ist, ohne die Leistung zu beeinträchtigen. Eine unsichtbare Schleife fast im Erdgeschoß kann mit Erfolg für diejenigen verwendet werden, die Einschränkungen oder neugierige Nachbarn haben.

Links

[1] www.active-antenna.eu

[2] <http://www.lz1aq.signacor.com/docs/antenna-performance/switching-technique-compare-receiving-antenna-performance.htm>