Verstärker für kleine magnetische und elektrische Breitbandempfangsantennen Modell AAA-1

Amplifier for Small Magnetic and Electric Wideband Receiving Antennas Modell AAA-1

3.0 Antennen

3.1. Eingangsschaltung des Verstärkers

Beim Entwurf einer kleinen Breitbandschleife gibt es zwei Ziele: niedrige Induktivität und große Fläche. Der Aufbau der Schleife sollte unter Berücksichtigung der folgenden Regel erfolgen: Das Verhältnis von Schleifenfläche zu Schleifeninduktivität sollte maximiert werden. Das bedeutet automatisch, daß eine Kreisform mit 1 Windung die beste Wahl ist. Das Material könnte Kupfer oder Aluminium sein - tatsächlich ist der Q-Faktor der Schleife nicht wichtig. Der wichtige Faktor ist die niedrige Schleifeninduktivität. Der Leiterquerschnitt muß so groß wie möglich sein, um die Schleifeninduktivität zu verringern. Die meisten handelsüblichen kleinen Schleifen auf dem Markt haben eine kreisförmige Form mit einem Durchmesser zwischen 0,6 und 1 m. Das Material ist ein Aluminiumrohr mit einem Durchmesser von 10 bis 30 mm. Eine solche Schleife zu erstellen ist nichts besonderes. Wir schlagen einen anderen Ansatz vor, indem wir billige, verfügbare Teile verwenden, die einfach zu montieren sind. Die Schleifenparameter werden nicht beeinträchtigt, da die sogenannte parallele Technik verwendet wird. Die Schleifen werden nicht im Detail beschrieben, sondern es werden grundlegende Konfigurationen und viele Abbildungen angegeben. Die Schleifengröße ist nicht kritisch, da diese Schleifen aperiodisch sind.

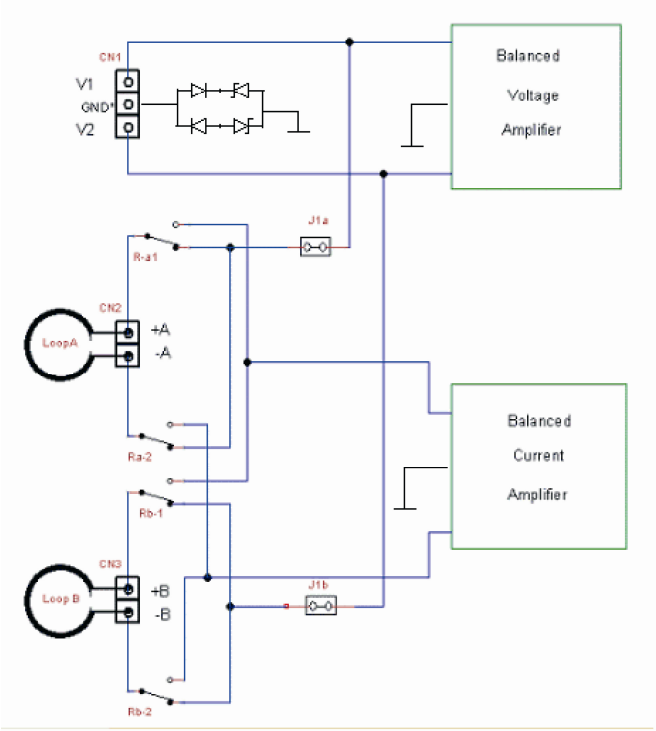


Abb. 3.1.

Die Eingangsschaltung des Verstärkers ist in Abb. 3.1 dargestellt. An die Klemmen können drei Antennen angeschlossen werden - zwei Schleifen und ein Dipol. Es gibt zwei Jumper, die die Eingänge des Spannungsverstärkers mit den Schleifen verbinden können, die als Arme einer Dipole dienen. Die Relais werden in der Aus-Position angezeigt, die im Dipolmodus ist. In diesem Modus werden die Schleifenanschlüsse kurzgeschlossen und dem entsprechenden Eingang des Spannungsverstärkers zugeführt. Wenn sich J1a und J1b in der AUS-Position befinden, kann ein separater Dipol an den Stecker CN1 angeschlossen werden. Andere Kombinationen sind möglich, z. B. J1a ist EIN, J1b ist AUS - in diesem Fall ist der V1-Arm eines Dipols Schleife A, ein anderer

externer Arm oder Gegengewicht sollte an Klemme V2 angeschlossen werden. Die GND-Klemme wird nur zur Schutzerdung gegen Blitzentladungen verwendet. Intern ist sie über einen Zenerdiodenbegrenzer mit dem gemeinsamen Punkt des Verstärkers verbunden. Unter normalen Bedingungen ist sie geschlossen und der gemeinsame Punkt des Verstärkers bleibt schwebend. Nur bei starkem EM-Feld ist die Zenerdiode offen, wodurch die Gleichtaktspannung begrenzt wird. Schließen Sie diesen Anschluß nur an einen guten Erdungspunkt an (eine in den Boden eingeführte Stange oder einen anderen Punkt mit festem Erdungspotential). Wenn es keinen solchen Punkt gibt (z. B. wenn der Benutzer in einer Wohnung wohnt), ist es besser, dieses Terminal offen zu lassen.

Die Grundkonfiguration der kleinen Schleifen-/Dipolantenne a, die wir vorschlagen werden, ist in Abb. 3.6 und Abb. 3.7 dargestellt. In den folgenden Abschnitten werden verschiedene Designs mit erhöhter Komplexität beschrieben, damit der Benutzer die am besten geeignete Antenne für die jeweilige Umgebung auswählen kann.

3.2. Eine Schleife und asymmetrischer vertikaler Dipol

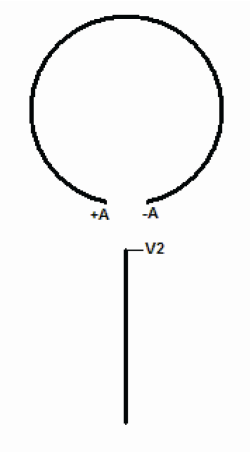


Abb. 3.2. Schleife an + A, -A-Anschlüssen anschließen. J1a = EIN, J1b = AUS. Schließen Sie das kurze Gegengewicht am V2-Anschluss an. Dies ist die einfachste Konfiguration. Empfohlen für Schnelltests oder für städtische Gebiete, in denen der Geräuschpegel zu hoch ist und bessere Antennen keine Vorteile bieten. Es sind zwei Modi möglich: Loop A und Vertical. Der vertikale Dipol erste Arm ist Schleife A und der zweite Arm ist eine Gegenposition. Wenn V2 mit Masse verbunden ist, wird der vertikale Dipol zum Grundriß. Es werden zwei grundlegende mechanische Schleifendesigns beschrieben - die einfache Schleife und eine „starke“ Schleife.

<u>Einfache Schleife</u>

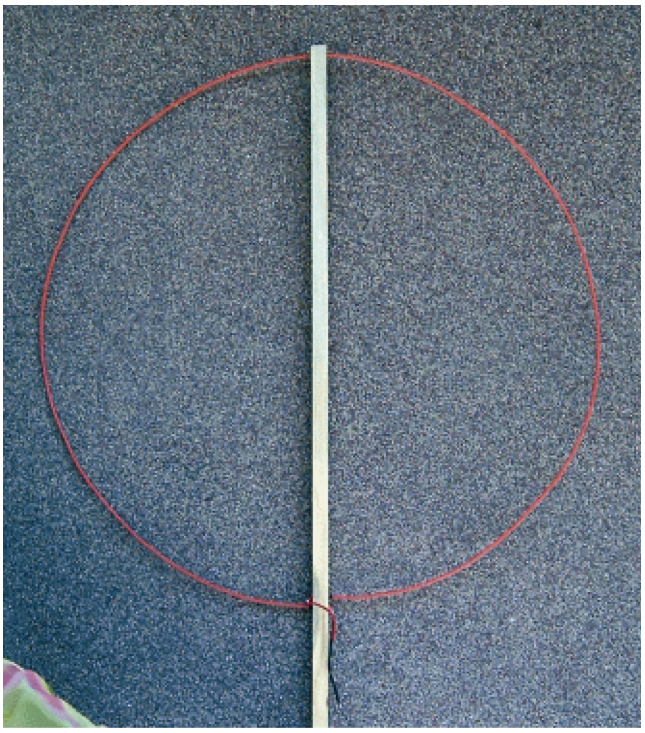


Abb. 3.3. Einzeldrehschleife mit 6 mm² PVC-isoliertem Cu-Draht

Ein möglicher Aufbau der Schleife ist in Abb. 3.3, 3.4, 3.5 dargestellt.Der Mast besteht aus 20 x 20 mm Holz (oder PVC-Rohr). Die Schleife besteht aus PVC-isoliertem Cu 6 mm² Leiter. Der Durchmesser der Schleife beträgt 0,6 m. Am Mast werden drei Löcher gebohrt - eines am oben Befestigungspunkt und zwei am Ende der Schleife. Dort werden die Leiterenden eingesetzt. Die Schleifenenden sind leicht gebogen und mit Kabelbindern an der anderen Seite des Lochs befestigt (diese Technik für die Kabelverbindung wird auf alle später beschriebenen Schlaufen angewendet). Der Unterarm des Dipols (sogenanntes Gegengewicht) kann ein Stück vertikaler Draht mit einer Länge von etwa 1 m oder ein Satz von mehreren (2 bis 4) kurzen horizontalen Radialen sein, deren Länge ungefähr dem Radius der Schleife entspricht. Theoretisch sollte die Erdungskapazität des oberen und unteren Arms des Dipols gleich sein, um die Gleichtaktstörungen zu verringern. In der Praxis ist es jedoch schwierig, diese Messung durchzuführen. Wählen Sie eine geeignete mechanische Konstruktion – die Länge des Gegengewichts ist überhaupt nicht kritisch.

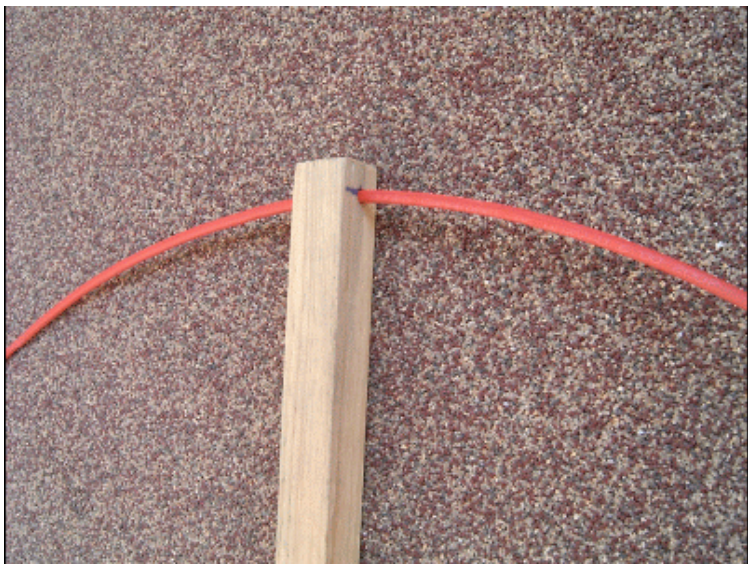


Abb. 3.4. Oberseite der Schleife

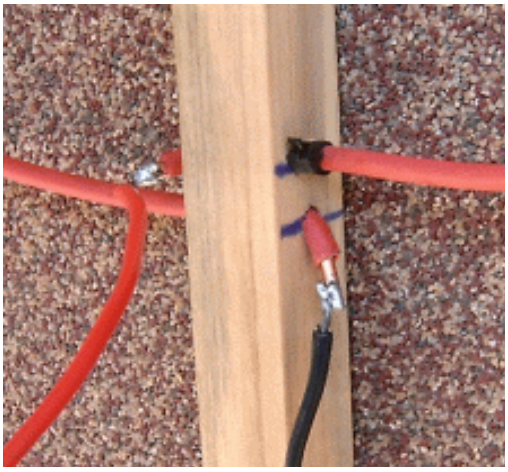


Abb. 3.5 Kabel

Diese Schleife ist mechanisch leicht flexibel und kann durch einen sehr starken Wind gebogen werden. Ein bloßer Aluminiumleiter mit dem Durchmesser von 3 mm oder mehr sind in diesem Fall besser. Oberhalb eines Durchmessers von 0,7 m wird ein zusätzlicher horizontaler Holzstab benötigt (Kammrahmen).

Große „starke“ Schleife

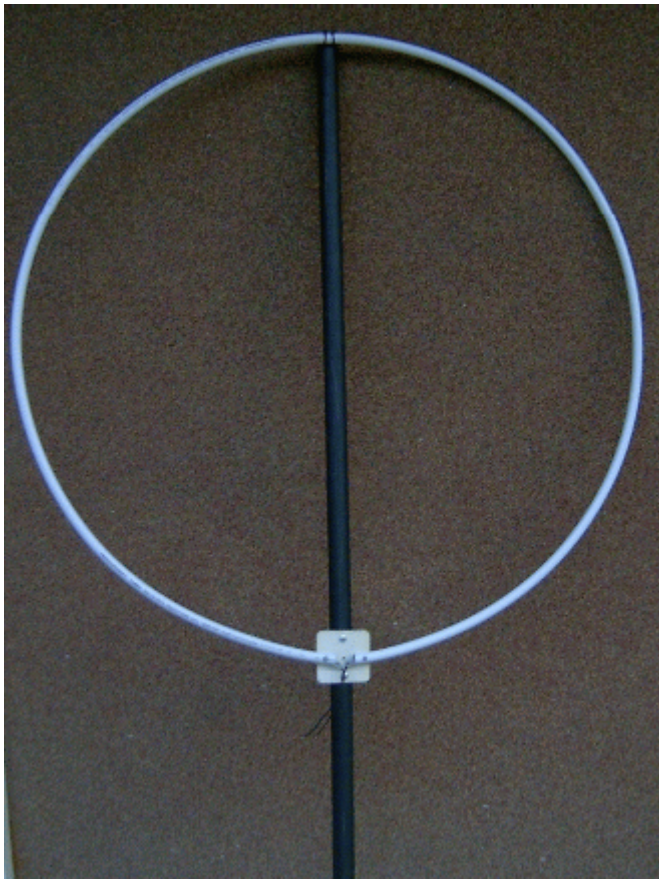


Abb. 3.5.1

Abb. 3.5.2

Auf dem Markt gibt es Rohr für Warmwasserheizsysteme, die sich sehr gut zur Herstellung von Schleifenantennen eignen. Sie bestehen aus 3 Schichten - zwei Schichten aus Polyethylen (PE) und einer Aluminiumschicht in der Mitte. Dieses Rohr ist sehr leicht und mit ihnen können perfekte dicke Schleifen hergestellt werden. Die Kreisform ist leicht zu bilden, da die Rohre flexibel sind. Eine Schleife mit einem Durchmesser von 95 cm ist in Abb. 3.5.1 dargestellt. Es wird ein Rohr vom Typ 12,7 mm (½ Zoll) verwendet, der Außendurchmesser beträgt jedoch tatsächlich 15 mm. Der Mast besteht aus einem PVC-Rohr mit 40 mm Durchmesser. Der Anschluß der Schleifenleitungen ist in Abb. 3.5.3, Abb. 3.5.4 dargestellt. Das Rohr kann leicht mit einem scharfen Messer geschnitten werden.

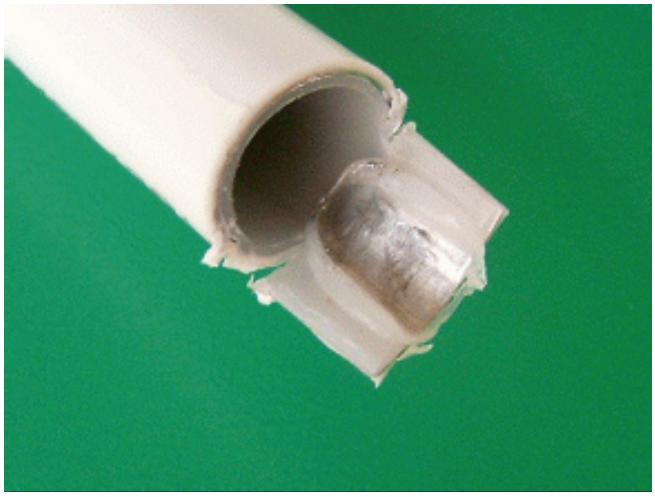


Abb. 3.5.3

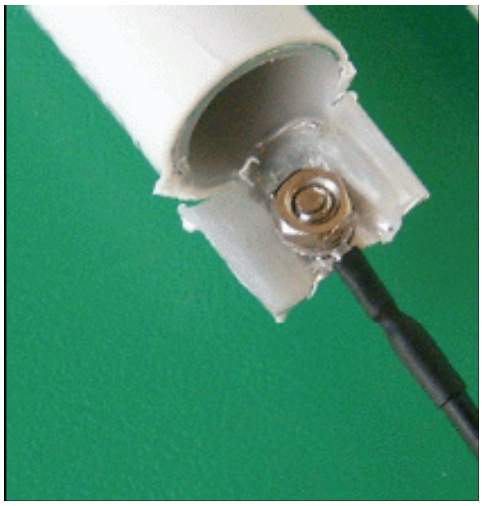
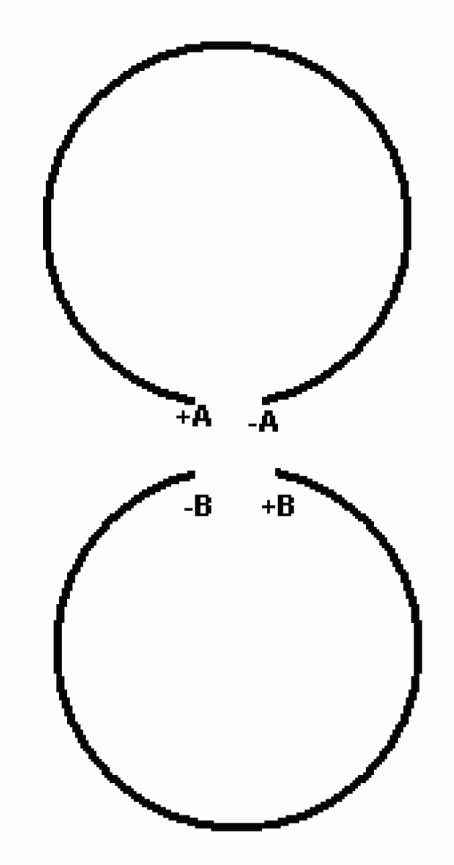


Abb. 3.5.4

Abb. 3.5.5

Die PE-Schichten können bis zu einem gewissen Grad mit heißem Lötkolben entfernt werden, wie in Abb. 3.5.3 gezeigt. Dann muß die Aluminiumoberfläche beider Seiten sorgfältig mit einem scharfen Werkzeug gereinigt werden. Die Anschlußöse zwischen Aluminium- und Kupfer muß verzinnt werden, um elektrochemische Korrosion zu vermeiden. Aus dem gleichen Grund müssen Edelstahlschrauben mit Zahn-Unterlegscheiben verwendet werden (Abb. 3.5.4). Mit einer Kunststoffplatte werden die Schleifenenden mit 3-mm-Schrauben befestigt (Abb. 3.5.5). Die Platte wird mit zwei 5 mm Schrauben am Mast befestigt. Die Rohröffnungen können mechanisch mit Kappen oder mit Schmelzkleber verstopft werden. Beachten Sie, daß PE nicht mit Standardklebstoffen verklebt werden kann! Die Induktivität dieser Schleife beträgt 2,6 uH und die Fläche beträgt 0,71 m². Die Schleife ist mechanisch sehr stabil und es können noch größere Schlaufen aus demselben Material hergestellt werden.

3.3 Zwei Schleifen in einer Ebene und symmetrischer vertikaler Dipol



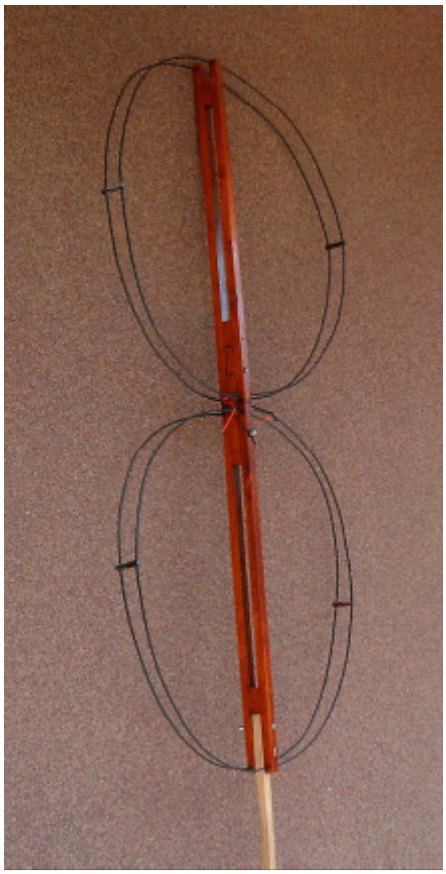


Abb. 3.6 Abb. 3.7 Dies ist das grundlegende Loop / Dipol-Design

Abb. 3.8 Die Schleifen sind beidseitig mit Kabelbindern befestigt

Dies ist die grundlegende vorgeschlagene Konfiguration. Schleife A und Schleife B sind mit den entsprechenden Klemmen CN2 und CN3 verbunden, wie in Abb. 3.6 gezeigt. J1a = J1b = EIN. Dies ist die empfohlene Grundkonfiguration. Wir haben die folgenden Modi: Schleife A, Schleife B, Schleife A und B in gekreuzter Parallelschaltung und vertikaler Dipol, wobei Schleife A und B die Arme sind. Die ersten beiden Modi liefern identische Ergebnisse, da sich die Schleifen in derselben Ebene befinden. Die Schleifen bestehen wieder aus PVC-isoliertem 6 mm2 Cu-Leiter. Der Durchmesser jeder Schleife beträgt 0,7 m. Um die Induktivität jeder Schleife zu verringern, werden zwei parallel geschaltete Leiter verwendet (Abb. 3.7). Die gemessene Induktivität jeder Schleife beträgt 2,2 µH.
Die parallelen Leiter sind mit einem kurzen Draht miteinander verbunden und nur eine Leitung wird zur Box geführt (Abb.3.9). Die Leitungen werden wie in Abb. 3.10 gezeigt vorbereitet und dann mit den Schleifen verlötet. Biegen Sie vor dem Löten die Schleifenenden leicht, um sie zu fixieren.

Abb. 3.9

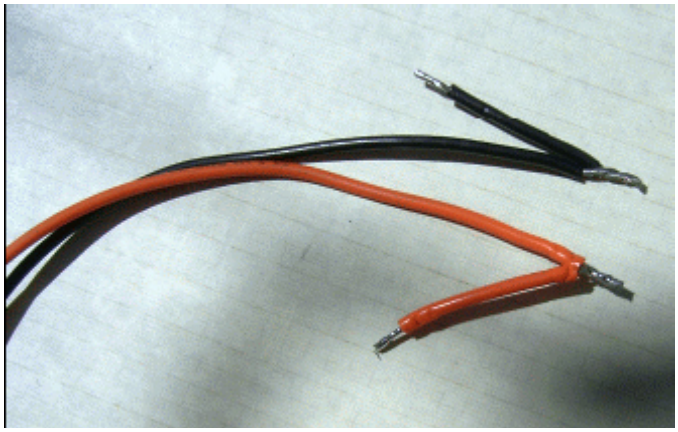


Abb. 3.10

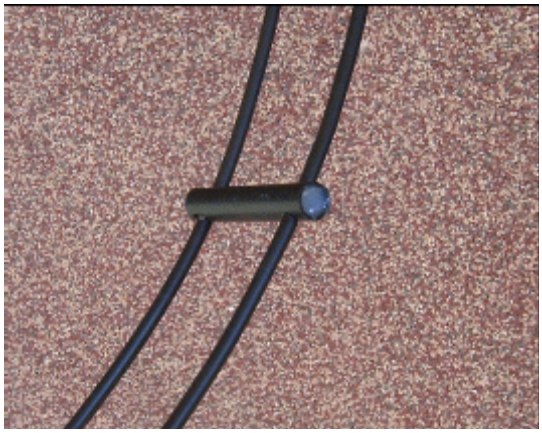
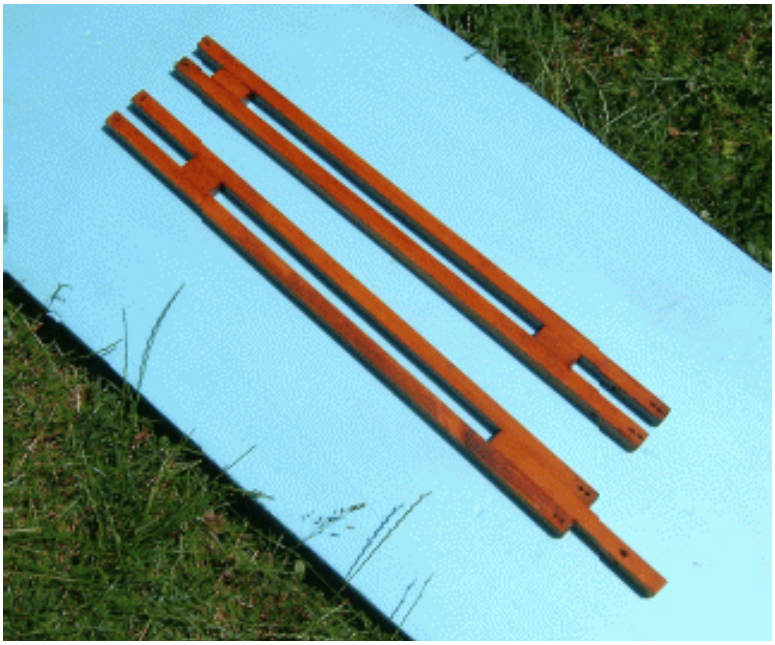


Abb. 3.11



Die Länge der Leitungen sollte mindestens 200 mm betragen. Schneiden Sie sie nach dem Einbau des Verstärkers in die Box auf die exakte Länge. Halten Sie sie so kurz wie möglich, um die Induktivität nicht unnötig zu erhöhen. Verwenden Sie Schrumpfschläuche, um die Lötstellen abzudecken. Der Spreizer besteht aus dem Körper eines Kunststoffstifts (10 mm Durchmesser), der mit 2 Löchern gebohrt ist (Abb. 3.11). Zur Befestigung des Spreizers wird Silikonkleber verwendet.

Abb. 3.12

Der Holzrahmen ist in Abb. 3.12 dargestellt. Er besteht aus 4 Holzstücken mit einer Größe von 20 x 20 mm. Die Länge der Teile beträgt 750 mm und der Abstand zwischen den parallelen Leitern beträgt 40 mm. Diese Konstruktion ermöglicht die Montage von Schleifen in derselben oder einer orthogonalen Ebene. Dies ist ein modularer Aufbau und kann in wenigen Minuten zerlegt werden, um die Schleife für den Feldtag in einem Auto zu transportieren.

Reihenfolge der Montage: Schneiden Sie das Kabel für die Schleifen ab und markieren Sie den Mittelpunkt. Führen Sie die Kabel in die Löcher am anderen Ende des Rahmens ein. Setzen Sie die Spreizer ein. Führen Sie die Kabel in Löcher in der Nähe des Endes ein und biegen Sie ihre Enden zur Befestigung leicht. Stellen Sie den Mittelpunkt des Kabels so ein, daß er in der Mitte der oberen Löcher liegt. Legen Sie die Kabelbinder an beiden Seiten der Löcher zur Befestigung der Schleifen. Stellen Sie die Spreizer so ein, daß sie auf beiden Seiten symmetrisch sind, und befestigen Sie sie mit Klebstoff. Lassen Sie den Kleber aushärten.
Löten Sie die Kabel und bedecken Sie sie mit Schrumpfschlauch. Im gekreuzten Schleifenmodus hat diese Schleife eine äquivalente Fläche von 0,7 m² und eine Induktivität von 1 µH. Dieses grundlegende Design kann auch mit PE-Aluminium erstellt werden. Rohre wie in Abb. 5.3.1 gezeigt. Zwei 1 m Durchmesser gekreuzte Schleifen bieten in beiden Modi eine hervorragende Empfindlichkeit. Dies ist eine DX-Konstruktion und eignet sich für Orte mit geringer elektromagnetischer Verschmutzung.

3.4 Zwei Schleifen in orthogonalen Ebenen und symmetrischer vertikaler Dipol

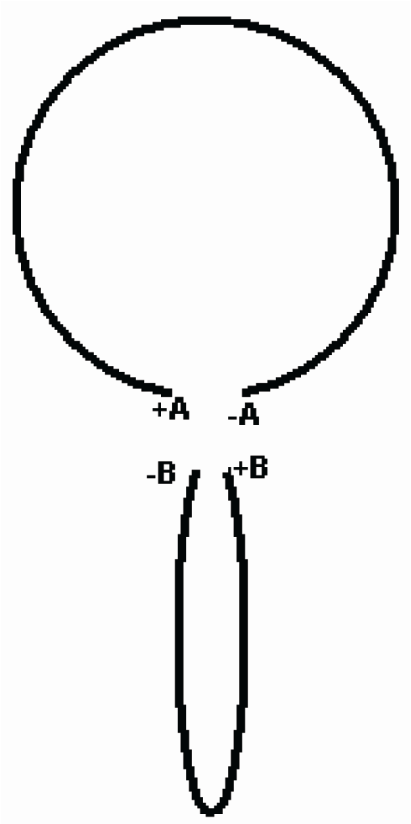


Abb. 3.12

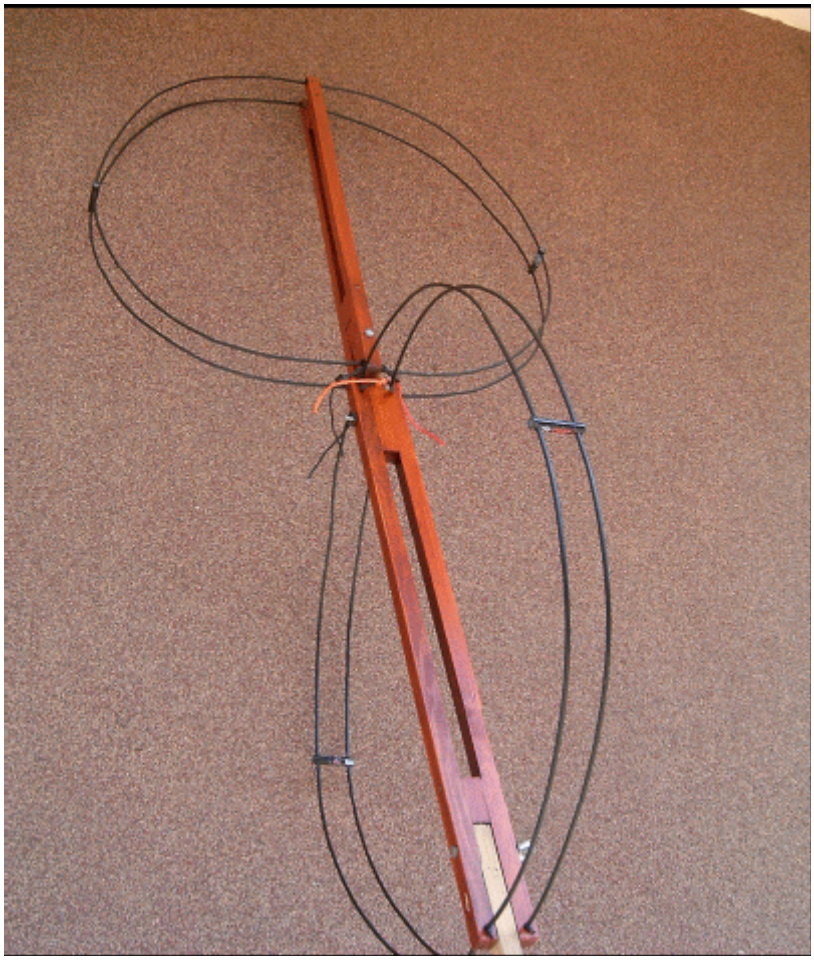
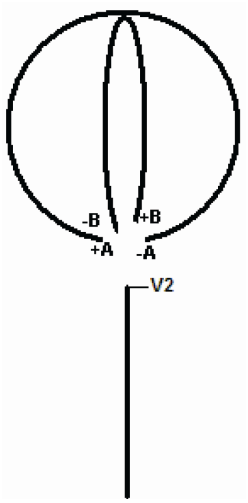


Abb. 3.13

Die Einstellungen für Verbindung und Jumper sind die gleichen wie in Abb. 3.5. Die gleiche Konstruktion wird verwendet - der einzige Unterschied besteht darin, daß die Schleifen orthogonal

sind (Abb. 3.13). Das Umschalten zwischen Schleife A und B ergibt unterschiedliche Richtungsmuster, was für LW- und MW-Bänder wichtig ist. Auf KW-Bändern ist die Richtwirkung aufgrund der zufälligen Polarisation der ankommenden Welle minimal oder nicht vorhanden. In dieser Konfiguration erhöht der gekreuzte Schleifenmodus die Empfindlichkeit nicht, da die Schleifen orthogonal sind. Manchmal bietet dieser Modus einige Vorteile, die normalerweise als verringertes Ausblenden angezeigt werden. Der vertikale Dipolmodus funktioniert genauso wie im vorherigen Beispiel.



3.5 Zwei Schleifen in orthogonalen Ebenen und asymmetrischer vertikaler Dipol

Die Kabel werden wie in Abb. 3.14 dargestellt angeschlossen. Die Jumper sind auf J1a = EIN, J1b = AUS eingestellt. Die Anforderungen an das Gegengewicht sind die gleichen wie in Abschnitt 3.2. Die Schleifen sind aber wieder orthogonal. Der benötigte Volumenraum ist kleiner. Der Crossed-Loop-Modus ist nicht verfügbar. Die Schleifen bestehen aus PVC-isoliertem 6 m m² Cu-Leiter. Der Durchmesser jeder Schleife beträgt 0,7 m. Zur Reduzierung der Induktivität werden in jeder Schleife 2 parallel geschaltete Leiter mit einem Abstand von 38 mm verwendet. Der Schlaufenmast besteht aus 50 mm Durchmesser PVC-Rohr.
Die Box wird mit 1 Schraube befestigt. Das Kabel ist mit 3 schwarzen Kabelbindern befestigt. Auf dem Foto hängt das Gegengewicht frei, muß aber fixiert werden. Die Schleifenenden sind leicht gebogen und mit den Leitungen verlötet. Die Leitungen sind mit Schrumpfschlauch gesichert (Abb. 3.17).
Die Oberseite der Schleife ist in Abb. 3.18 dargestellt. Die Schleife ist mit Kabelbindern auf beiden Seiten des Rohrs befestigt.

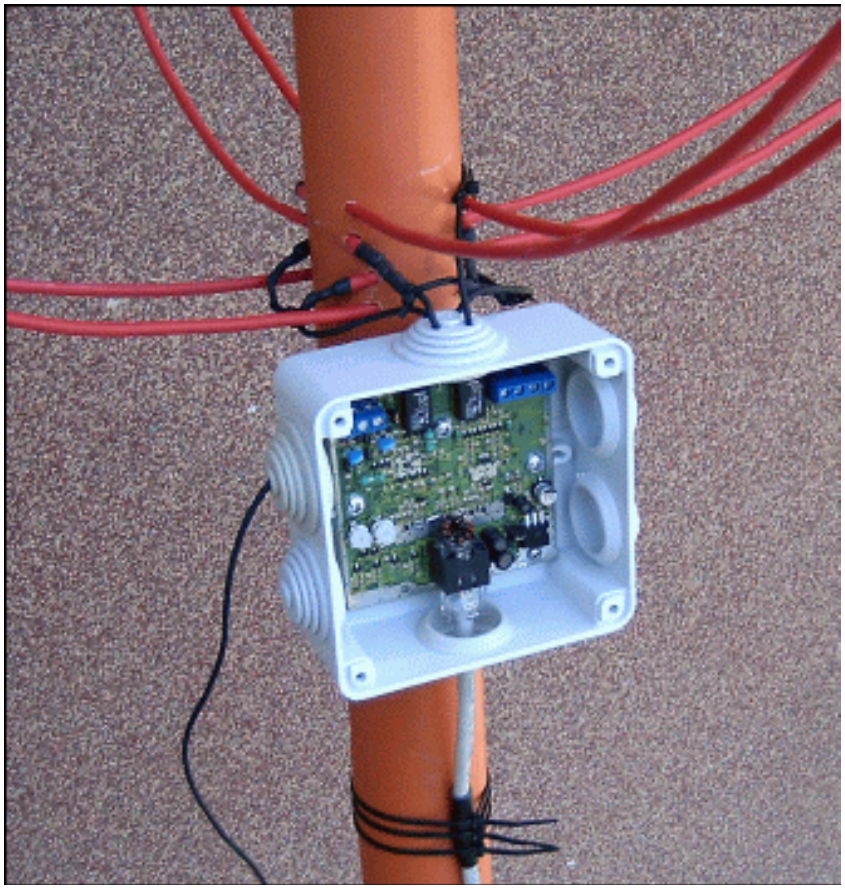


Abb. 3.16

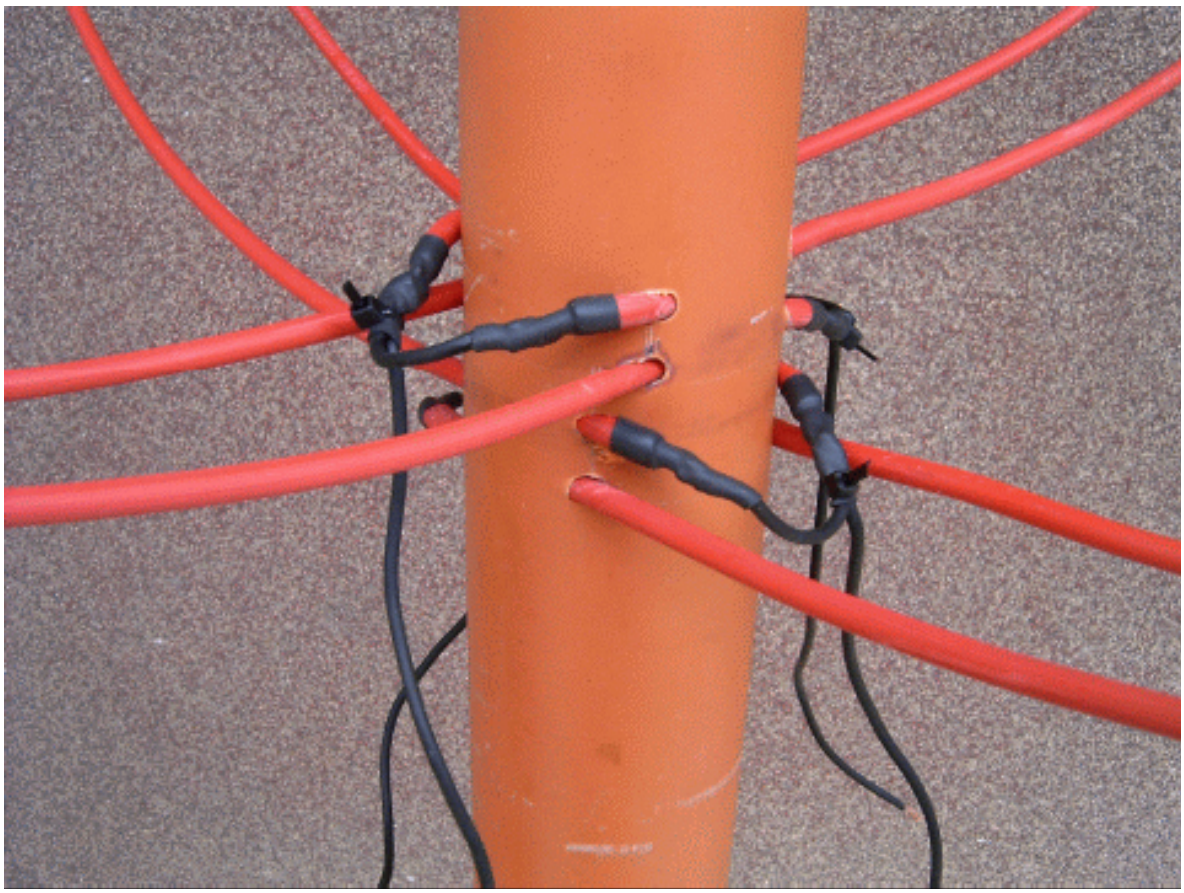


Abb. 3.17

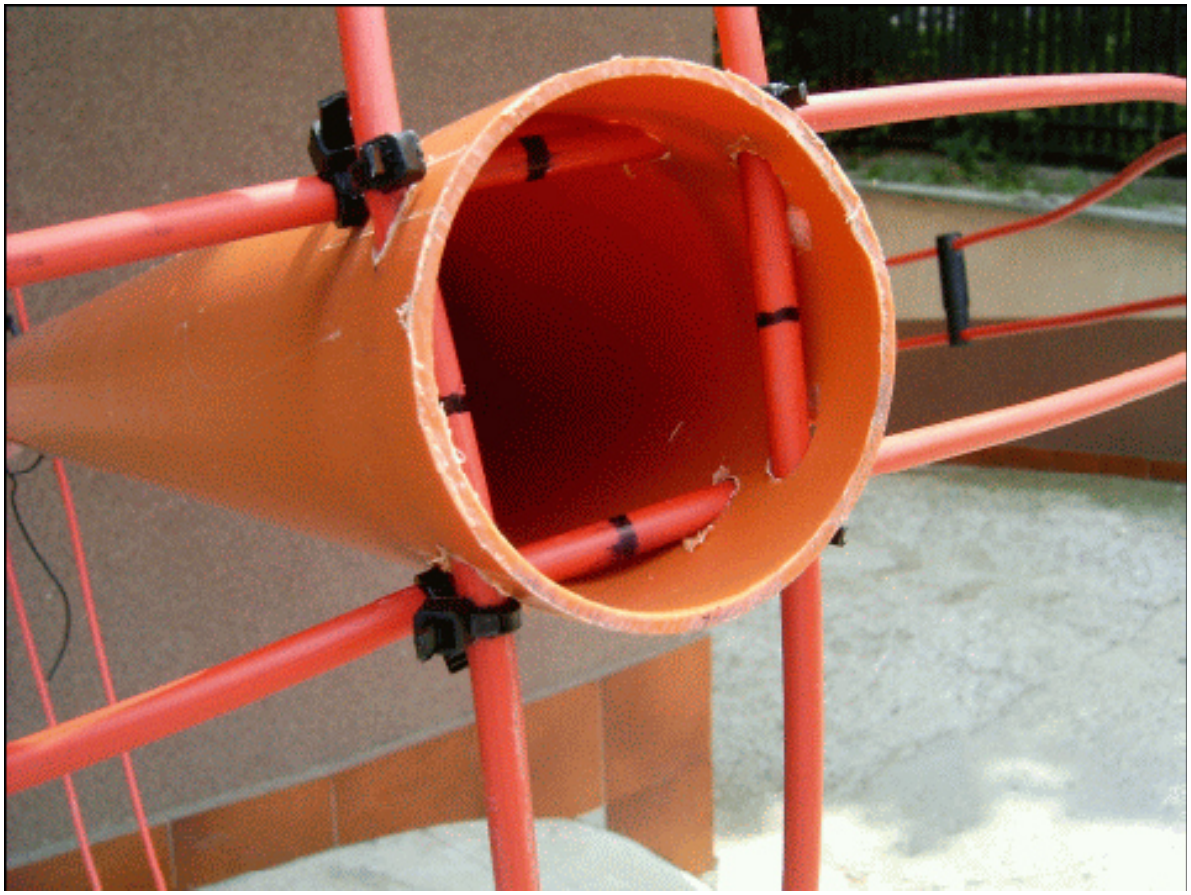


Abb. 3.18

Abb. 3.15

3.6 Zwei Schleifen in einer Ebene und symmetrischer horizontaler Dipol

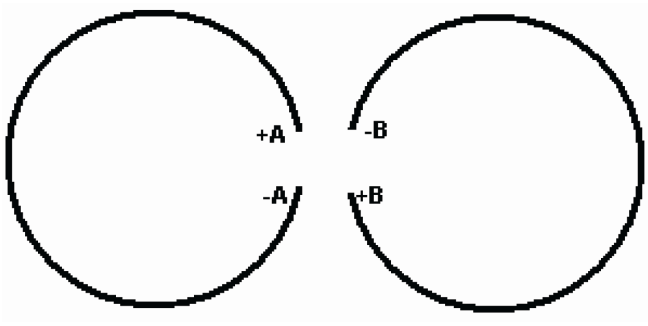


Abb. 3.19

Die Kabel werden wie in Abb. 3.19 dargestellt angeschlossen. Die Modi Schleife A und Schleife B sind identisch, da sich die Schleifen in derselben Ebene befinden. Der gekreuzte Parallelmodus funktioniert. Der Dipolmodus ist jetzt horizontal Polarisation. In Bodennähe plaziert, ist dieser Dipol sehr ineffizient, aber höher plaziert (über ¼ Wellenlänge) liefert er dann hervorragende Ergebnisse.

3.7 2/4 gekreuzte parallele Schleifen und symmetrischer vertikaler Dipol

Abb. 3.21

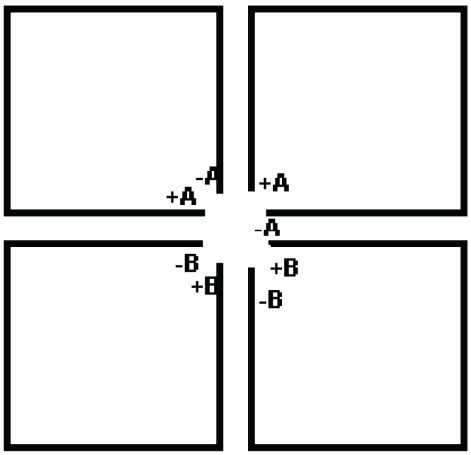


Abb. 3.20

Schließen Sie die Schleifen an die Verstärkeranschlüsse an, wie in Abb. 3.20 gezeigt. J1a und J1b müssen eingeschaltet sein. Die Schleifenform ist quadratisch, da es einfacher ist, den mechanischen Rahmen herzustellen. Im Loop A-Modus arbeiten die beiden oberen Loops in gekreuzter Parallelschaltung. Im Loop B-Modus sind die beiden unteren Loops aktiv. Im Kreuz-Loop-Modus sind alle 4 Loops miteinander verbunden und der Wirkungsgrad ist sehr hoch. Im Dipolmodus sind die beiden oberen Schleifen kurzgeschlossen und bilden den Oberarm des vertikalen Dipols. Gleiches gilt für untere Schleifen. Diese Konfiguration wird zu einem sehr starken, vertikalen Dipol. Diese Antenne wurde mit einer Seitenlänge von 1 m gebaut (Abb. 3.21). Die Abstände zwischen den Innenleitern der Schleifen betragen 4 bis 8 cm. Die Schleife hat eine Gesamtfläche von 4 m². Die äquivalente Induktivität im 4-Kreuzschleifen-Modus beträgt 1 µH. Diese Antenne hat ein kleines Schleifenstrahlungsmuster bis zu 60 MHz. Dies ist eine sehr gute Antenne mit sehr geringem Grundrauschen. Die Antenne bestand aus 4 mm² PVC-isoliertem Cu-Litzendraht auf einem Holzrahmen [1].

3.8 Links

[1] Wideband Active Small Magnetic Loop Antenna http://www.lz1aq.signacor.com/docs/wsml/widebandactive-sm-loop-antenna.htm