

Schaltung für Zirkularpolarisation einer X-Quad Antenne:

Im folgenden soll eine einfache Möglichkeit beschrieben werden, wie man mit nur einem Koaxrelais eine Umschaltung für zirkular links/rechts realisieren kann. Bei der X-Quad befinden sich die Strahler für horizontale und für vertikale Polarisation räumlich in der gleichen Ebene, sie sind ja auch mechanisch eine Einheit. Da bedeutet, dass man zum Erzielen einer zirkularen Polarisation die beiden Strahler um 90° phasenverschoben speisen muss. Welcher Strahler zuerst gespeist wird legt die Drehrichtung der zirkularen Polarisation fest. Der Phasenversatz kann einfach durch unterschiedlich lange Leitungen vom Leistungsteiler (Anpasstopf) bis zu den Strahlern erreicht werden. Die absolute Länge der Antennenzuleitungen spielt dabei keine Rolle, sie müssen nur relativ zueinander eine bestimmte Längendifferenz  $a$  aufweisen. Diese Längendifferenz ist:

$$a = (4 * n \pm 1) * v * \text{Lambda} / 4 .$$

Hierbei sind:

$n =$  ganze Zahl ( $n=0,1,2,\dots$ )

$v = 1 / \sqrt{\epsilon_r}$  Verkürzungsfaktor des verwendeten Koaxialkabels, welcher durch das verwendete Dielektrikum mit der relativen Dielektrizitätszahl  $\epsilon_r$  bestimmt wird (z.B.  $v = 0.66$  für RG213, RG58)

$\text{Lambda} =$  Wellenlänge .

Hier als Beispiel einige Werte:

2m-Band: Frequenz  $f=145$  MHz  $\rightarrow$   $\text{Lambda}=2.069$ m

für  $v=0.66$  folgt:

$$v * \text{lambda} / 4 = 0.341\text{m}$$

$$v * \text{lambda} / 2 = 0.683\text{m}$$

$$v * \text{lambda} * 3 / 4 = 1.024\text{m}$$

$$v * \text{lambda} = 1.366\text{m}$$

Hierbei bewirkt eine Abweichung von der geforderten Länge  $\text{delta}a = 5$ mm einen Phasenfehler von  $1.3^\circ$ , welcher sicherlich noch keine merkliche Abweichung von der gewünschten Zirkularpolarisation bewirkt.

Der vollständig halber seinen auch noch die entsprechenden Werte für das 70cm - Band angeben:

70cm-Band: Frequenz  $f=435$  MHz  $\rightarrow$   $\text{Lambda}=0.690$ m

für  $v=0.66$  folgt:

$$v * \text{lambda} / 4 = 0.114\text{m}$$

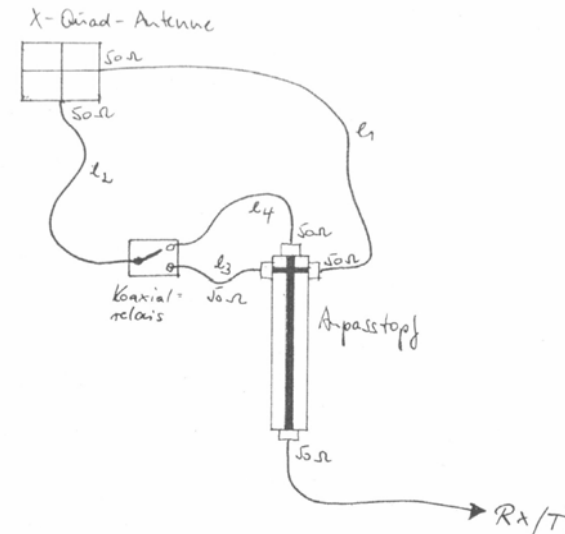
$$v * \text{lambda} / 2 = 0.228\text{m}$$

$$v * \text{lambda} * 3 / 4 = 0.341\text{m}$$

$$v * \text{lambda} = 0.455\text{m}$$

Hierbei bewirkt eine Abweichung von der geforderten Länge  $\text{delta}a = 5$ mm einen Phasenfehler von etwa  $4^\circ$ , welcher schon deutlich höher als der bei gleicher Längenabweichung auf 2m ist.

Das folgende Bild soll das Prinzip nochmals verdeutlichen:



Bei Verwendung eines Koaxrelais, bei welchem der jeweils nicht auf den Eingang geschaltete Ausgang NICHT GEERDET ist (z.B. CX140D o.ä.), also leerläuft, wird dieser Leerlauf durch eine Leitung der Länge  $l = n * v * \text{lambda} / 2$  an die damit verbundene Buchse des Anpasstopfes transformiert. Damit sind von den 3 Ausgängen dieses Anpasstopfes immer 2 Stück mit 50 Ohm abgeschlossen und der dritte sieht eine unendlich hohe Impedanz (den Leerlauf). Der Anpasstopf transformiert nun die Parallelschaltung dieser 3 Impedanzen, welche 25 Ohm ergibt, auf die gewünschten 50 Ohm an seinem Eingang. Von hier aus kann dann mit einem 50 Ohm - Koaxialkabel beliebiger Länge der Transceiver oder besser natürlich möglichst sofort ein Vorverstärker angeschlossen werden.

Für die Länge der beiden Verbindungsleitungen  $l_3$  und  $l_4$  gilt:  
 $l_3 = 2 * m * v * \text{Lambda} / 2$  und  $l_4 = (2 * m + 1) * v * \text{Lambda} / 2$  .  
 Eine der beiden muss also um  $v * \text{Lambda} / 2$  länger sein als die andere, um zwischen links- und rechtszirkularer Polarisation umschalten zu können.

Die Leitungen  $l_1$  und  $l_2$  können beliebig lang sein, müssen jedoch relativ zueinander den oben erwähnten Längenversatz

$$a = (4 * n \pm 1) * v * \text{Lambda} / 4$$

aufweisen.

## Dimensionierung von Anpasstöpfen

Es folgen die Abmessungen von Anpasstöpfen zum zusammenschalten mehrerer Antennen bzw. Ebenen, wie sie u.a. für zirkuläre Polarisation benötigt wird.

Die Bauanleitung ist an die Beschreibung von DC9NL in der UHF-Unterlage angelehnt. Verwendet wird für den quadratischen Aussenleiter ein Alu-Vierkantmaterial, für den runden Innenleiter ein Messingrohr. Beide Materialien sind z.B. in Baumärkten erhältlich. Dort erhält man mit etwas Glück auch passende quadratische Kunststoffpfropfen, um den Anpasstopf oben und unten zu verschliessen.

Die Länge der Töpfe muss elektrisch  $\lambda/4$  sein, und da in der Leitung ja Luft als Dielektrikum wirkt, ist die mechanische also gleich der elektrischen Länge.

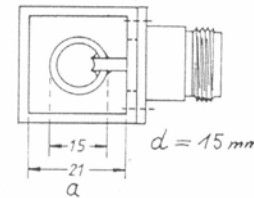
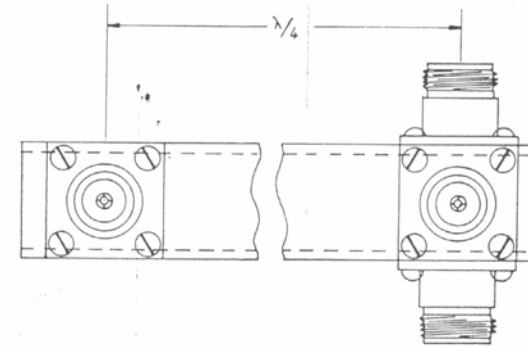
Für das 2m und das 70cm Band gelten die folgenden Maße:

Länge des Aussenvierkants: 55cm bzw. 20cm  
Länge des Innenrohres: 52cm bzw. 17.25cm .

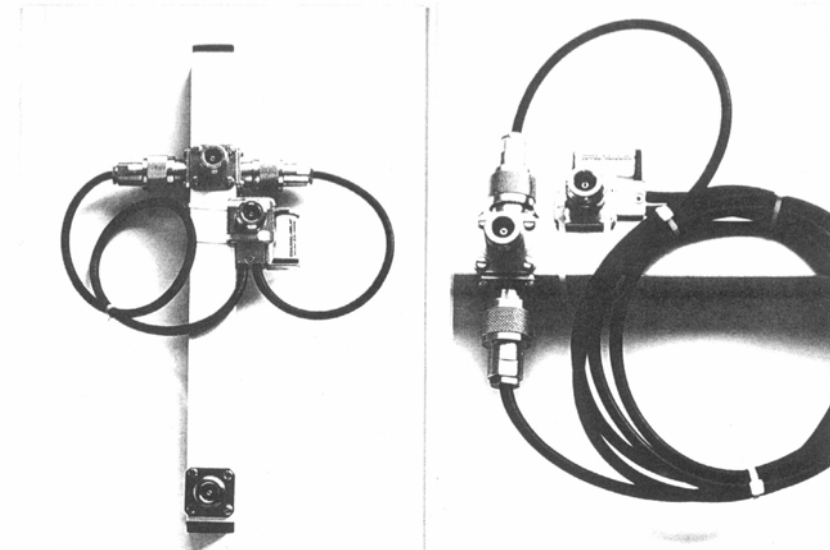
Hier nun eine Tabelle für die Maße des Innenrohres und des Außenvierkants, wobei versucht wurde eine Kombination gängiger Abmessungen der verwendeten Materialien zu erzielen (wer hat schon die Möglichkeit z.B. den Innenleiter passend zu drehen ?).

Anzahl der Antennen	Außenkante Vierkant /mm	Wanddicke Vierkant /mm	Durchmesser Innenrohr /mm	optimales VSWR
4	25	1.5	15.6	1:1.0
4	25	2	15	1:1.02
4	20	1.5	12	1:1.04
2	25	1.5	13	1:1.05
2	25	2	12.5	1:1.0
2	25	2	13	1:1.12

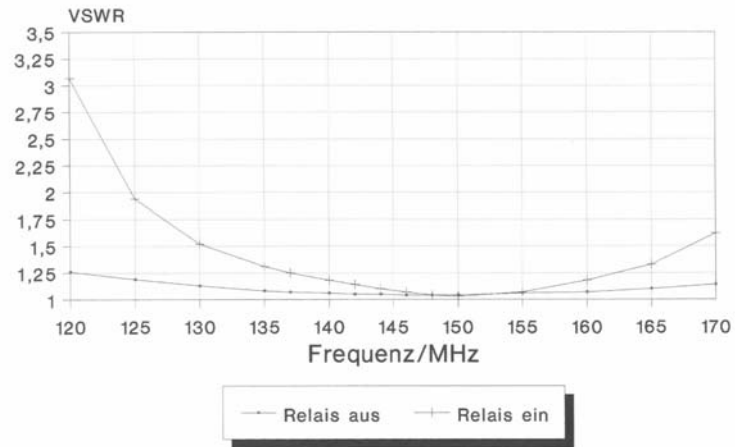
Anpasstopf



Blick ins Innere des Anpasstopfes. Der Mittelstift der N-Buchse wird in eine Kerbung im Innenleiter eingepaßt und innen verlötet.

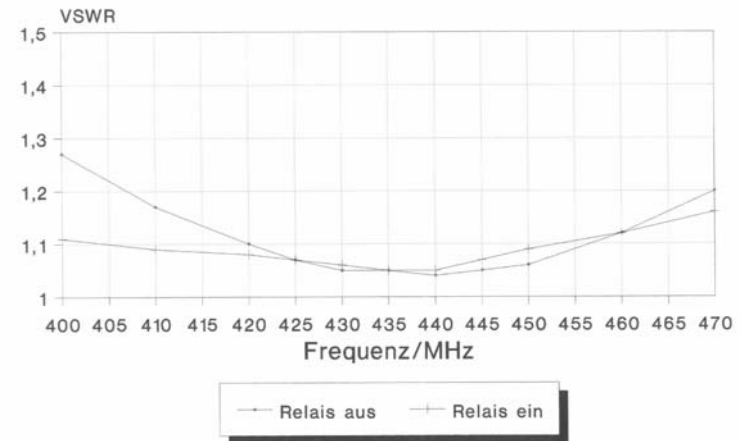


## Anpasstopf mit Polarisationsumschaltung für das 2m - Band



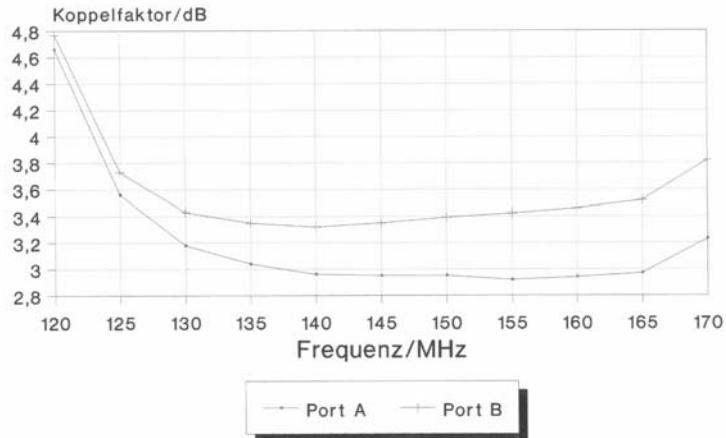
Bopp 17.10.1989

## Anpasstopf mit Polarisationsumschaltung für das 70cm - Band



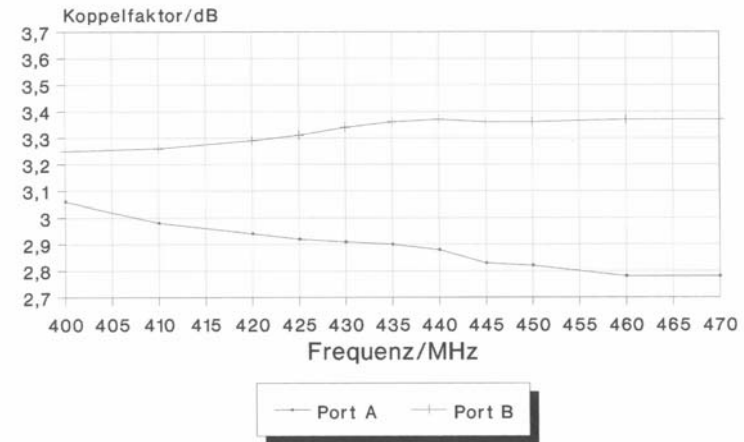
Bopp 17.10.1989

## Anpasstopf mit Polarisationsumschaltung 2m - Band: Koppelfaktoren (Relais an)

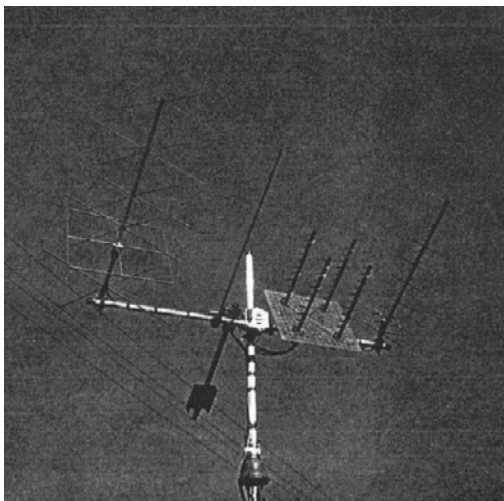


Bopp 17.10.1989

## Anpasstopf mit Polarisationsumschaltung 70cm - Band: Koppelfaktoren (Relais an)



Bopp 17.10.1989



Über Rückmeldungen und Kommentare freue ich mich stets.

Mit freundlichen Grüßen

Matthias DD1US

Email: [DD1US@AMSAT.ORG](mailto:DD1US@AMSAT.ORG)

Homepage: <http://www.dd1us.de>

Parameter	2m X-Quad	70cm X-Quad
Elemente je Polarisations ebene	12	18
Gewinn	10.5 dB/D	12.8 dB/D
Öffnungswinkel horizontal (E-Ebene)	47°	36°
vertikal (H-Ebene)	46°	36°
Vor/Rückverhältnis	19dB	21dB
Fußpunktimpedanz	50-60 Ohm	50-60 Ohm
Abmessungen		
Länge	1.46m	1.27m
Höhe	0.73m	0.22m
Gewicht	2.30 kg	1.55 kg
Windlast (nach VDE855 -160km/h)	74 N	48 N

Abschliessend möchte ich noch erwähnen, dass ich mit jeweils einer X-Quadantenne auf 2m bzw. 70cm jeweils Level 8 im ZRO - Test über AmsatOscar 13 erreicht habe. Dabei wurden Vorverstärker mit Rauschzahlen < 0.8dB verwendet. Der Empfänger war jeweils ein FT726R mit 600 Hz CW-Filter und einem nachgeschalteten NF-Filter in SC Technik.