

Gutachten

- Auftraggeber:** **Bruxafol Folien GmbH**
Saaletal-Gewerbepark
Thüringenstraße 2
D-97762 Hammelburg
- Messobjekte:** ① LX 70 h.c., selektive Sonnenschutzfolie zur Innenanwendung
② A 20 h.c., außen liegende Sonnenschutzfolie
③ XH 45 h.c., selective Sonnenschutzfolie zur Innenanwendung
- Auftrag:** Ermittlung der Schirmdämpfung gegenüber elektromagn. Wellen
im Frequenzbereich von 200 MHz – 18 GHz
- Prüfungsgrundlage:** IEEE 299-1997
- Datum d. Messungen:** 18. Oktober und 3. November 2006
- Umfang:** 4 Seiten Text, 6 Messprotokolle in den Anlagen 1 bis 3

Resultat: Die Messungen zeigten, dass alle Sonnenschutzfolien gegenüber elektromagnetischen Wellen mit vertikaler und horizontaler Polarisation völlig gleiche sehr gute bis herausragende Schirmdämpfungseigenschaften aufweisen.

Für eine schnelle Übersicht sind in der nachfolgenden Tabelle Schirmdämpfungswerte für einige aktuelle Funk- und Mobilfunkfrequenzen zusammengestellt.

Frequenz:	450 MHz	900 MHz	1800 MHz	2000 MHz	2450 MHz
Sonnenschutzfolie Typ:	TETRA	D-Netz	E-Plus	UMTS	W-LAN
① LX 70 h.c.	36 dB	34 dB	34 dB	34 dB	34 dB
② A 20 h.c.	27 dB	26 dB	25 dB	25 dB	24 dB
③ XH 45 h.c.	32 dB	29 dB	28 dB	28 dB	27 dB

Tabelle 1 Schirmdämpfungswerte bei einigen markanten Funkfrequenzen

Bei 30 dB Schirmdämpfung wird schon 99,9% der eintreffenden Leistung abgeschirmt und nur 0,1% wird hindurchgelassen, was bereits einer sehr guten Schirmwirkung entspricht.

1. Vorbemerkungen

Bei der Messung der Dämpfung elektromagnetischer Wellen durch ein Schirmmaterial wird in der Regel das Material mit hochfrequenter Energie einer bestimmten Leistungsflussdichte S_1 oder mit einer bestimmten Leistung P_1 bestrahlt. Hinter dem Schirmmaterial wird die hindurchdringende Leistungsflussdichte S_2 bzw. Leistung P_2 gemessen. Der logarithmierte Quotient gemäß nachstehenden Gleichungen ergibt den Schirmdämpfungswert in Dezibel (dB).

$$a_{\text{Schirm}} = 10 \cdot \log \frac{S_2}{S_1} = 10 \cdot \log \frac{P_2}{P_1} \quad \text{in Dezibel (dB)}$$

Zur Interpretation der Messkurven und deren Messwerte ist es hilfreich, nebenstehende Umrechnungstabelle zu verwenden.

Nebenstehende Tabelle ermöglicht die Umrechnung dieser logarithmischen Werte in Prozentwerte, wobei in der Regel - wie hier in dieser Tabelle - die durch den Schirm hindurchdringende *Leistung- bzw. Leistungsflussdichte* zur Bewertung der Schirmwirkung herangezogen wird.

Tabelle 2

Umrechnung von dB-Werten
 in Prozentwerte

Umrechnung der Dämpfung von dB in %			
dB	Durchlass in %	dB	Durchlass in %
0	100,00		
1	81,00	21	0,78
2	62,80	22	0,63
3	50,00	23	0,50
4	40,00	24	0,39
5	31,60	25	0,31
6	25,00	26	0,25
7	20,00	27	0,20
8	16,00	28	0,18
9	12,50	29	0,12
10	10,00	30	0,10
11	7,90	31	0,08
12	6,25	32	0,06
13	5,00	33	0,05
14	4,00	34	0,04
15	3,13	35	0,03
16	2,50	36	0,02
17	2,00	37	0,02
18	1,56	38	0,02
19	1,20	39	0,02
20	1,00	40	0,01
		50	0,001
		60	0,0001
		70	0,00001

2 Messaufbauten für Schirmdämpfungsmessung nach IEEE 299-1997 von 200 MHz bis 18 GHz

Diese Messungen wurden nach dem aktuellen IEEE-Standard 299-1997 in einem Messraum der Radarhalle der UniBw München in Neubiberg am 18. Oktober und 3. November 2006 im Frequenzbereich von 200 MHz bis 18 GHz mit linear polarisierten Wellen durchgeführt. Zu diesem Zweck wurden die Sonnenschutzfolien - wie in untenstehendem Bild skizziert - vor der 80cm x 60cm großen Öffnung einer Metallwand (Fläche 210cm x 200cm) platziert. Dabei wurde sichergestellt, dass die Folien ganzflächig zu der Metallplatte des Messaufbaues Kontakt hatte. Fremdstörungen von der Seite konnten somit vermieden werden.

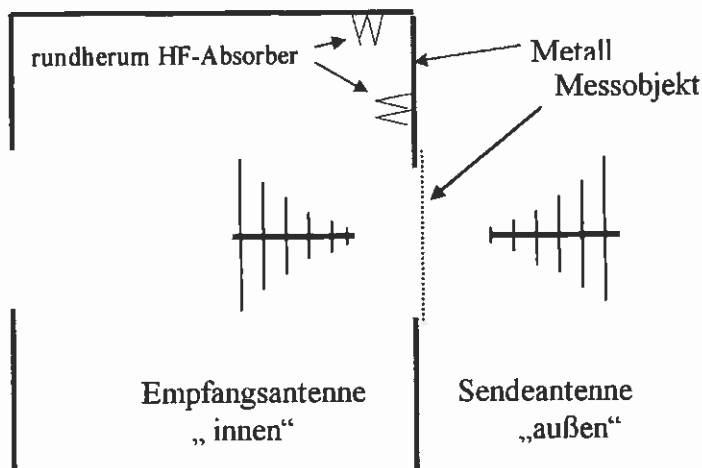


Bild 2
Messanordnung nach IEEE 299-1997

Nach der Kalibrierung der Mess-Strecke (ohne Prüfling zur Festlegung des 0 dB-Transmissionswertes) wurde die Schirmdämpfung der Sonnenschutzfolien gemessen. Die Spitzen der logarithmisch-periodischen Messantennen wurden außen 40 cm vor und innen 30 cm hinter dem Prüfling positioniert.

Bedingt durch den großen Frequenzbereich mussten 2 verschiedene Messantennen eingesetzt werden:

Bereich I: 200 MHz bis 2200 MHz und Bereich II: 1 GHz bis 18 GHz.

Es wurden folgende Messgeräte und Antennen verwendet:

Vektorieller Netzwerkanalysator Typ 360, (40 MHz bis 18,6 GHz), Fa. Wiltron

Mess-Antennen: Bilog-Antenna, Typ CBL 6112A (30 MHz bis 2000 MHz), Fa. CHASE

Mess-Antennen: LogPer-Antennen Typ HL 025 (1 GHz bis 18 GHz) Fa. Rohde & Schwarz

Dokumentation: Laserdrucker Ecosys FS-1020D, Fa. Kyocera

3 Messergebnisse

In den nachfolgenden Anlagen sind zunächst die Messkurven für die gemessenen Schirmdämpfungswerte.

Dabei ist jeweils in der oberen Kurve der Frequenzbereich von 200 MHz bis 2200 MHz dargestellt und in der unteren Kurve der Bereich von 1 GHz – 18 GHz.

Für eine schnelle Übersicht sind in der nachfolgenden Tabelle Schirmdämpfungswerte für einige aktuelle Funk- und Mobilfunkfrequenzen zusammengestellt.

Frequenz: Folientyp:	450 MHz TETRA	900 MHz D-Netz	1800 MHz E-Plus	2000 MHz UMTS	2450 MHz W-LAN	5800 MHz W-LAN neu
① LX 70 h.c.	36 dB	34 dB	34 dB	34 dB	34 dB	33 dB
② A 20 h.c.	27 dB	26 dB	25 dB	25 dB	24 dB	24 dB
③ XH 45 h.c.	32 dB	29 dB	28 dB	28 dB	27 dB	28 dB


Tabelle 3: Schirmdämpfungswerte bei verschiedenen Funkfrequenzen

Bei 30 dB Schirmdämpfung wird schon 99,9% der eintreffenden Leistung abgeschirmt und nur 0,1% wird hindurchgelassen, was bereits einer sehr guten Schirmwirkung entspricht.

Es ist noch zu beachten, dass diese hohen Dämpfungswerte nur für das gemessene Produkt gelten. Wenn es irgendwo eingebaut oder weiterverarbeitet wird, muss natürlich auch die „Umgebung“ gut schirmend sein, damit die hohen Schirmdämpfungswerte weiterhin gelten!

Zusätzliche Messungen haben ergeben, dass die o.a. Schirmdämpfungen von allen 3 Folien für elektromagnetische Wellen sowohl mit vertikaler als auch mit horizontaler Polarisation gelten.

Neubiberg, 04.11.2006



Prof. Dipl.-Ing. P. Pauli

Messobjekt ①: LX 70 h.c., selektive Sonnenschutzfolie zur Innenanwendung

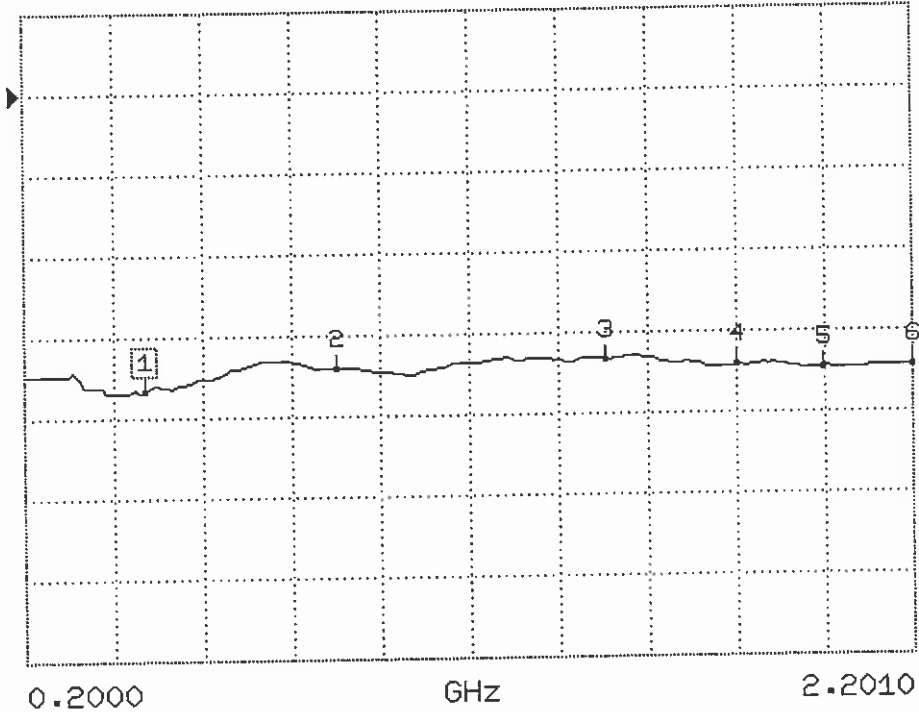
Obere Messkurve: Frequenzbereich: 200 MHz – 2200 MHz, untere Kurve: 1 GHz – 18 GHz

S21 FORWARD TRANSMISSION

LOG MAG.

REF=0.000dB

10.000dB/DIV



MARKER 1
0.4706 GHz
-36.606 dB

MARKER TO MAX
MARKER TO MIN

2 0.9011 GHz
-34.065 dB

3 1.5038 GHz
-33.319 dB

4 1.7990 GHz
-34.165 dB

5 1.9958 GHz
-34.515 dB

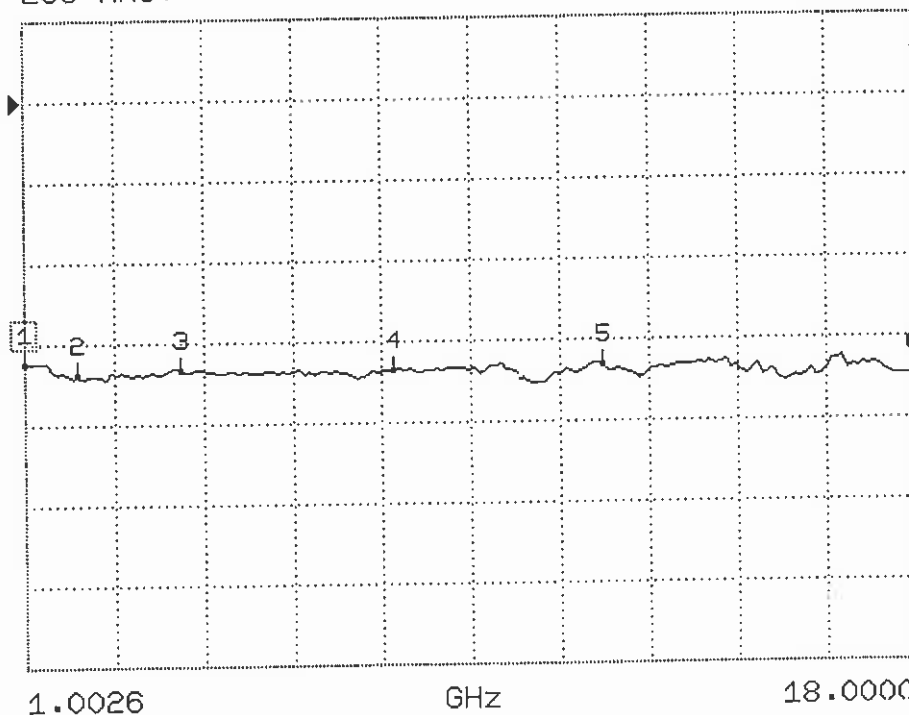
6 2.2010 GHz
-34.388 dB

S21 FORWARD TRANSMISSION

LOG MAG.

REF=0.000dB

10.000dB/DIV



MARKER 1
1.0026 GHz
-32.316 dB

MARKER TO MAX
MARKER TO MIN

2 1.9886 GHz
-33.874 dB

3 3.9606 GHz
-33.384 dB

4 8.0406 GHz
-33.610 dB

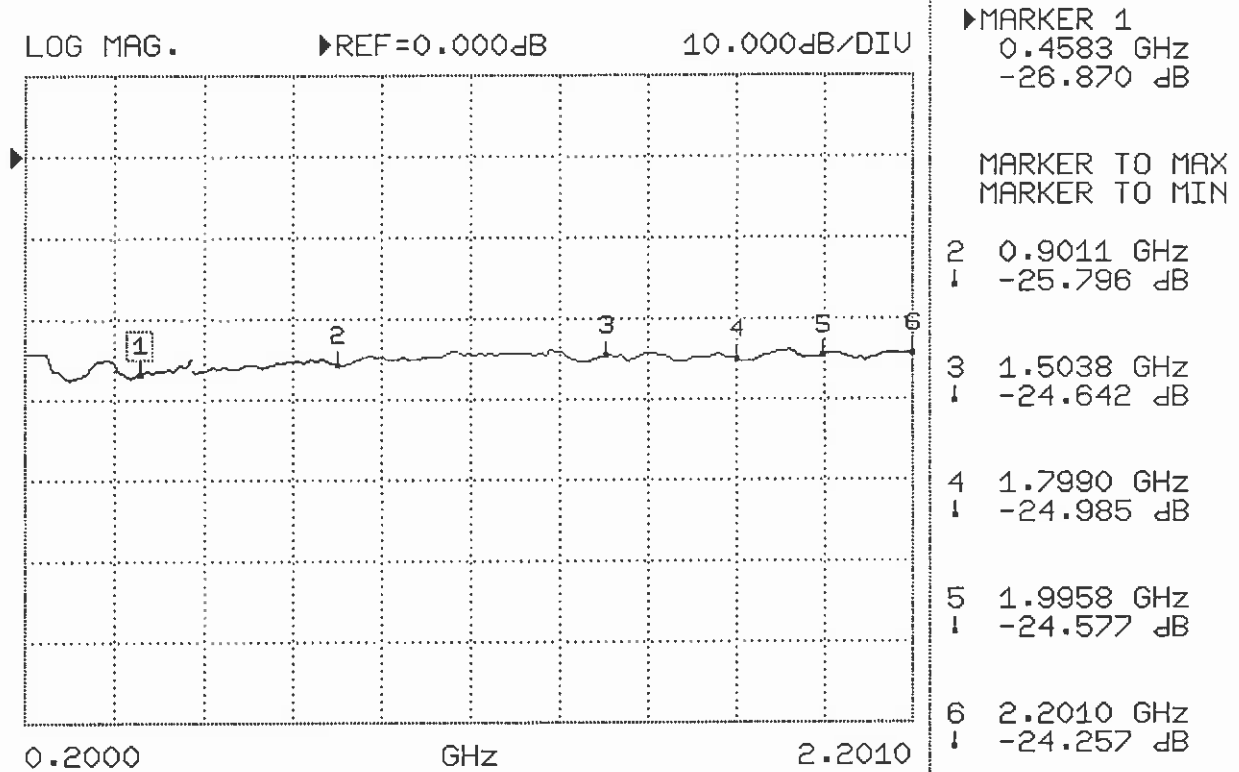
5 12.0186 GHz
-33.122 dB

6 18.0000 GHz
-34.531 dB

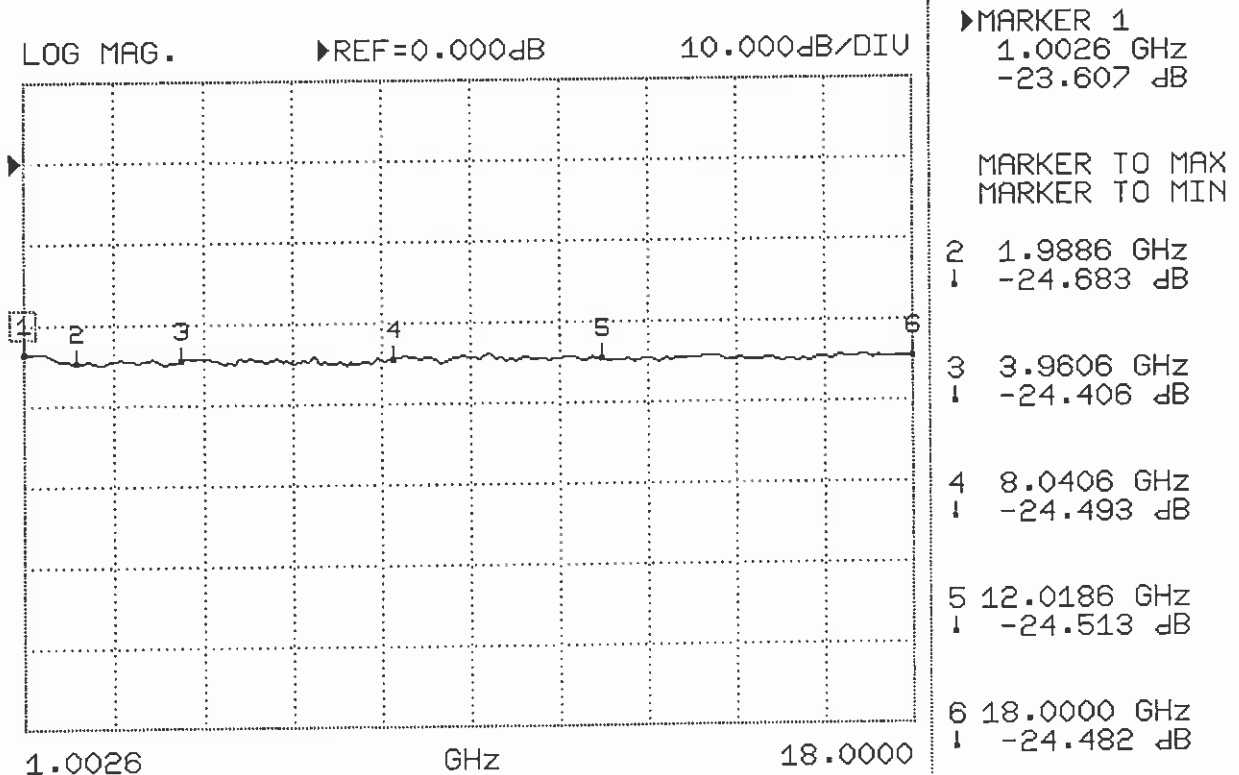
Messobjekt ②: A 20 h.c., außen liegende Sonnenschutzfolie

Obere Messkurve: Frequenzbereich: 200 MHz – 2200 MHz, untere Kurve: 1 GHz – 18 GHz

S21 FORWARD TRANSMISSION



S21 FORWARD TRANSMISSION



Messobjekt ©: AX 45 h.c., selektive Sonnenschutzfolie zur Innenanwendung

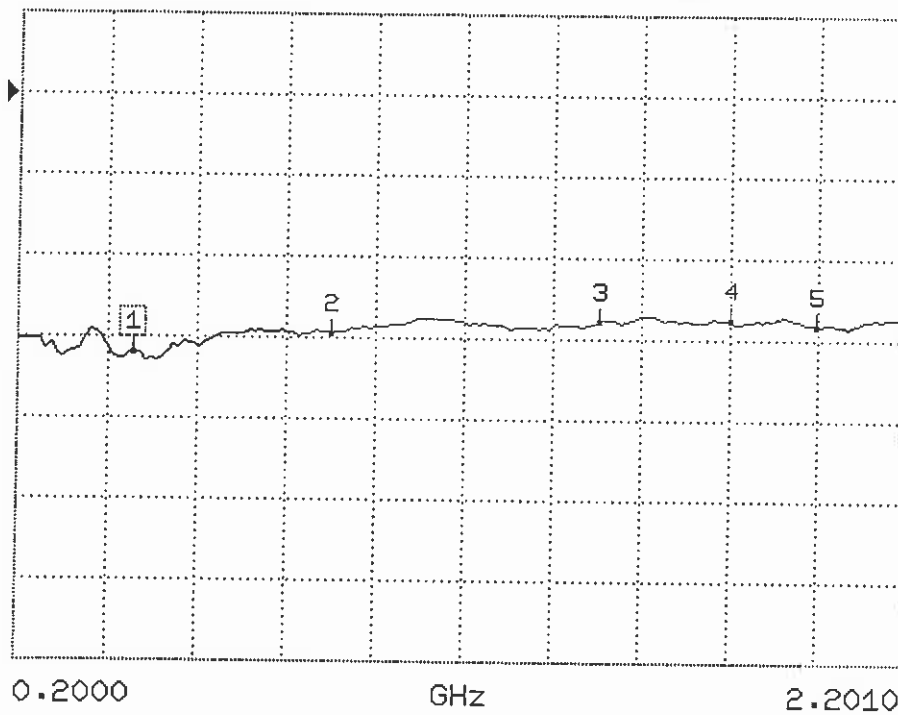
Obere Messkurve: Frequenzbereich: 200 MHz – 2200 MHz, untere Kurve: 1 GHz – 18 GHz

S21 FORWARD TRANSMISSION

LOG MAG.

REF=0.000dB

10.000dB/DIU



MARKER 1
0.4583 GHz
-31.966 dB

MARKER TO MAX
MARKER TO MIN

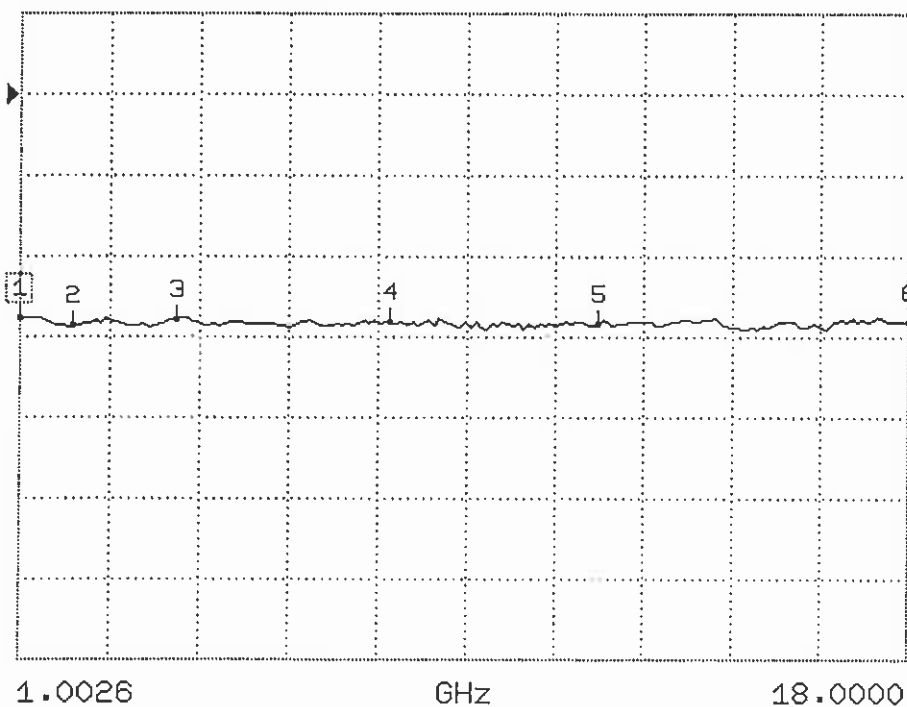
2	0.9011 GHz	-29.477 dB
3	1.5038 GHz	-27.830 dB
4	1.7990 GHz	-27.544 dB
5	1.9958 GHz	-28.347 dB
6	2.2010 GHz	-27.489 dB

S21 FORWARD TRANSMISSION

LOG MAG.

REF=0.000dB

10.000dB/DIU



MARKER 1
1.0026 GHz
-27.504 dB

MARKER TO MAX
MARKER TO MIN

2	1.9886 GHz	-28.612 dB
3	3.9606 GHz	-27.835 dB
4	8.0406 GHz	-28.148 dB
5	12.0186 GHz	-28.297 dB
6	18.0000 GHz	-28.017 dB