

Messaufbaubeschreibung zum Prüfen von Netzfiltern zwecks HF-Störunterdrückung bei Einbau in Kleinphotovoltaikanlagen

Jeder kennt das in der Zwischenzeit kaum geht die Sonne auf, schon beginnen Photovoltaik- und Ladeeinrichtungen zu arbeiten. Ob es nun große oder kleine Ladeeinrichtungen sind, auch Inselanlagen zur Stromversorgung gehören dazu. Alle diese Einrichtungen mit mehr oder weniger Qualität bezogen auf EMV sind leider immer mehr präsent. Das beeinträchtigt oftmals uns Funkamateure besonders, durch Störausstrahlungen derartiger Einrichtungen. Diese Beeinträchtigungen reichen oftmals von 135kHz bis 146MHz, diese sind manchmal schlecht zu lokalisieren, da diese zum Teil Leitungsgebunden weitergeleitet zur Abstrahlung gelangen! Aber wir sollten wenigstens dafür sorgen, dass unsere eigenen Stromerzeugungsanlagen und Kleinladestationen weitestgehend frei von solchen Emissionen sind.

Es wird viel über den Einsatz von sogenannten Netzfiltern gesprochen, doch eine Untersuchung derartiger Filter insbesondere auf der HF Ebene die uns Funkamateure betrifft findet man kaum.

In dieser Dokumentation möchte ich eine Möglichkeit vorstellen wie EMI-Netzfilter, welche für den Einsatz im AC Bereich also für den Einsatz 230V AC 50 Hz vorgesehen sind, genau diese können auch für den DC Einsatz zur Störunterdrückung verwendet werden. Dazu habe ich entsprechende Messungen mit einem symmetrischen Messaufbau realisiert. Diese Filter sind mit einem Messaufbau bis 150MHz so von mir gemessen und dokumentiert worden.

EMI-Filter oder **Electromagnetic Interference Filter** dienen dazu, elektromagnetische Interferenzen in diversen Frequenzbereichen zu unterdrücken. Diese Filter sollen ein möglichst hohes Dämpfungsverhalten innerhalb der jeweiligen Frequenzbereiche haben. Funkstörungen die aus den Wandlern DC/AC oder DC/DC sowie z.T. auch aus den Verbindungen MPPT Wandler zum Stromspeicher entstehen weitestgehend zu eliminieren. Der MPPT-Regler passt seine Eingangsspannung der Solaranlage an, damit diese die maximale Leistung liefern kann. Diesen Vorgang nennen Fachleute „Maximum Power Point Tracking“ oder kurz MPPT. Diese Spannung ist höher als die der Batterie, weswegen der Laderegler im nächsten Schritt diese umwandelt.

Man kann diese (AC) Filter durchaus für den DC Einsatz von sogenannten Photovoltaik Inselanlagen einsetzen. Derartige Filter habe ich mit Erfolg bei mir im Einsatz. Leider musste ich feststellen, dass die Anschlüsse der Flachstecker, Kabelschuhe, Steckverbinder in 6,3mm Ausführung keine gute Qualität mehr haben. Diese 6,3mm Flachstecker kommen an den 20A Filtern zum Einsatz, jedoch sind diese Steckerzubehöerteile leider nicht mehr geeignet bezüglich ihrer Qualität die entsprechenden Ströme zu übertragen. Selbst bei Strömen unter 10Ampere@65Volt neigen die neu zu beziehenden Steckverbinder nicht mehr den angegebenen Daten bezüglich der Belastung, sondern diese neigen z.T. zum Ausflühen.

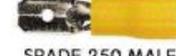
20 Ampere Filter mit Kabelschuhanschlüssen



Messaufbaubeschreibung zum Prüfen von Netzfiltern zwecks HF-Störunterdrückung bei Einbau in Kleinphotovoltaikanlagen

Für den vorgesehenen Einsatz sind nur die gelben Steckverbinder einzusetzen. Also für 4-6mm² Verdrahtungen. Wie oben beschrieben; ist die Qualität nicht gut, bitte auch die Übergangswiderstände bei derartigen Verschaltungen berücksichtigen!

Die Bezeichnungen und Maßangaben der Ring Ösen und der Stecker- und Buchsen Typen!

0.5-1.5MM ² (MAX .19A)		1.5-2.5MM ² (MAX . 27A)		4-6MM ² (MAX . 48A)	
 BULLET FEMALE 20*0.4MM	 BUTT SPLICE 20*0.4MM	 BULLET FEMALE 20*0.4MM	 BUTT SPLICE 20*0.4MM	 BULLET FEMALE 10*0.4MM	 BUTT SPLICE 10*0.8MM
 BULLET MALE 20*0.4MM	 RING M6 20*0.6MM	 BULLET MALE 20*0.4MM	 RING M6 20*0.6MM	 BULLET MALE 10*0.4MM	 RING M6 10*0.8MM
 SPADE 250 FEMALE (SEMI INSULATED) 20*0.4MM	 RING M5 20*0.6MM	 SPADE 250 FEMALE (SEMI INSULATED) 20*0.4MM	 RING M5 30*0.6MM	 SPADE 250 FEMALE (SEMI INSULATED) 10*0.4MM	 RING M5 10*0.8MM
 PIGGY BACK 10*0.4MM	 RING M4 20*0.6MM	 PIGGY BACK 10*0.4MM	 RING M4 30*0.6MM	 PIGGY BACK 10*0.4MM	 RING M4 10*0.8MM
 SPADE 250 FEMALE (SEMI INSULATED) 20*0.4MM	 FORKS M5 20*0.6MM	 SPADE 250 FEMALE (SEMI INSULATED) 20*0.4MM	 FORKS M5 20*0.6MM	 SPADE 250 FEMALE (SEMI INSULATED) 10*0.4MM	 FORKS M5 10*0.8MM
 SPADE 250 MALE (SEMI INSULATED) 20*0.4MM	 FORKS M4 20*0.6MM	 SPADE 250 MALE (SEMI INSULATED) 20*0.4MM	 FORKS M4 20*0.6MM	 SPADE 250 MALE (SEMI INSULATED) 10*0.4MM	 FORKS M4 10*0.8MM

Daher kommt es zu Kontaktproblemen, die ihrerseits wiederum elektrische Störungen verursachen. Man kann natürlich die Drahtverbindungen speziell im DC Bereich mit Querschnitten von 4mm² oder 6mm² auch an die Stecker der Filter anlöten, das halte ich jedoch nicht für sinnvoll, da es manchmal für einige Arbeiten oder Prüfungen erforderlich sein kann, die Steckverbindungen zu trennen.

Daher schlage ich vor, die 30Ampere Version zu nehmen, denn diese verfügen über 4mm Schraubverbindungen. An diesen können dann für verschiedene Kabeldurchmesser über Ringkabelschuhe gecrimpt oder gelötet angebracht werden. **Immer daran denken eine gute Masseverbindung der Filter mit einer geeigneten Erdung herzustellen!**

Um die Wirksamkeit dieser Filter auch für den Einsatz bis zu 150MHz messen zu können habe ich einen Aufbau gewählt, in dem man verschiedene baugleiche Typen selber messen kann. Voraussetzung ist natürlich ein VNA mit ausreichender Dynamik. Der Aufbau erfolgte auf einer Leiterplatte 160mm x 100mm 1,5mm FR 4 Material einseitig. Da wir symmetrisch messen müssen sind dafür zwei Übertrager von 50Ω auf 200Ω für einen Frequenzbereich von möglichst 60kHz bis 300MHz zur Anwendung gekommen (*es gehen auch solche ab 1MHz*). Die geeigneten Übertrager in SMD Technik diese habe ich zum besseren Handling auf 6 polige Kelch IC Sockel gelötet.

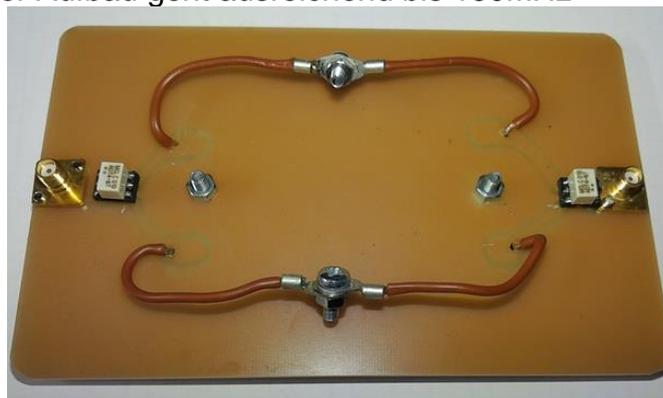
Messaufbaubeschreibung zum Prüfen von Netzfiltern zwecks HF-Störunterdrückung bei Einbau in Kleinphotovoltaikanlagen

Auf der Leiterplatte dort habe ich die Bahnen, es sind nur wenige, gefräst das geht schnell. dazu kommen noch die HF Anschlüsse, die habe ich in SMA Technik ausgeführt. Der erste Aufbau war mit SMA Buchsen für stirnseitige Lötmontage vorgesehen, es stellte sich aber heraus, dass war keine gute Lösung. Denn durch die Messkabelbelastung rissen diese an der Leiterplatte regelrecht ab. Also umgefärd und SMD-Flanschbuchsen über Schrauben fixiert.

Die flexiblen Drahtanschlüsse mit Ringkabelschuhe sind lang genug um den Messaufbau auch prüfen zu können. Details über den Aufbau sind jeweils den Fotos zu entnehmen.

Der komplette Messaufbau

Die Kalibrierebene ist ähnlich einer Zweidrahtleitung, dieser Aufbau geht ausreichend bis 150MHz



Die Frässeite:

Leiterplatte von unten mit schwarzen Filzfüßen. Die Schraubenköpfe der 4 mm Schraubenköpfe habe ich mit der Leiterplatte verlötet u.a. der besseren Kontaktgabe, als auch Montageerleichterung zum Fixieren über Muttern zur Befestigung der Netz Filter auf der Oberseite.

Die Platte habe ich zum Schutz auf der Leiterbahnseite mit Plastikspray eingesprüht.

Das 30 Ampere Netzfilter mit Schaltung ist nicht immer zu finden Ringkabelschuh Klemmverbindung



Messaufbaubeschreibung zum Prüfen von Netzfiltern zwecks HF-Störunterdrückung bei Einbau in Kleinphotovoltaikanlagen

1. EMI-Filter können verwendet werden, um Interferenzen zu unterdrücken, die vom Gerät oder von anderen Geräten erzeugt werden, um ein Gerät immuner gegen elektromagnetische Interferenzsignale in der Umgebung zu machen
2. Wird in den meisten digitalen Geräten (insbesondere Schaltnetzteilen) verwendet, um kontinuierliche und intermittierende Impulsstörungen zu unterdrücken.
3. Das EMI-Filter kann auch für weiße Ware mit Frequenzumrichtern oder Frequenzumrichtern in Steuerungssystemen verwendet werden.
4. Geeignet für medizinische Geräte und medizinische Spezialanwendungen (geringer Leckstrom), mechanische Geräte, Laufbänder usw.
5. Hochwertige und leistungsstarke Komponenten sorgen für einen offensichtlichen Filtereffekt. Das EMI-Filter ist universell, kompakt und einfach zu installieren.

Quelle: Amazon 2024

<https://www.amazon.de/115V-250V-CW4EL2-30A-S-Einphasen-EMI-Filter-Netzteilfilter/dp/B08DXNKQFH>

Zum Messaufbau benötigt man noch zwei Breitband Übertrager ADT4-6T und zwei SMA oder N-Norm HF - Buchsen

ADT4-6T, 50-Ω-Breitbandübertrager 1:4, 0,06-300 MHz



Lieferzeit: **SOFORT LIEFERBAR**

Art.Nr.: ADT4-6T

11,90 EUR

inkl. 19 % MwSt. zzgl. [Versandkosten](#)

1

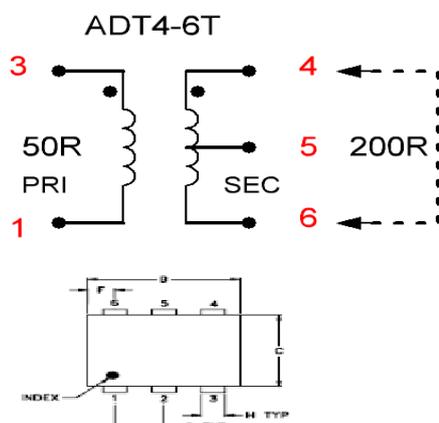
In den Warenkorb

Für eine größere Ansicht klicken Sie auf das VorschauBild

PRODUKTBESCHREIBUNG

SMD-HF-Breitbandübertrager 1:4
0,06-300 MHz

Wir sind kein Mini-Circuits-Distributor.



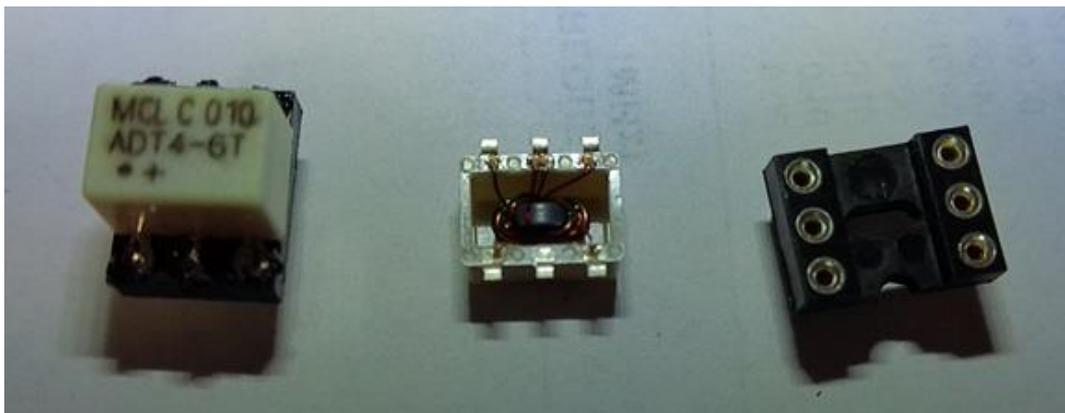
Zwecks einfacher Handhabung habe ich die SMD RF-Trafos auf IC Sockel mit Kelchen aufgelötet.

Die Anschlussbelegung des Übertragers 50Ω unsymmetrisch auf 200Ω symmetrisch geht aus dem linken Bild hervor. Der Frequenzbereich ist ideal für die Bereiche in dem die Filter gemessen werden können.

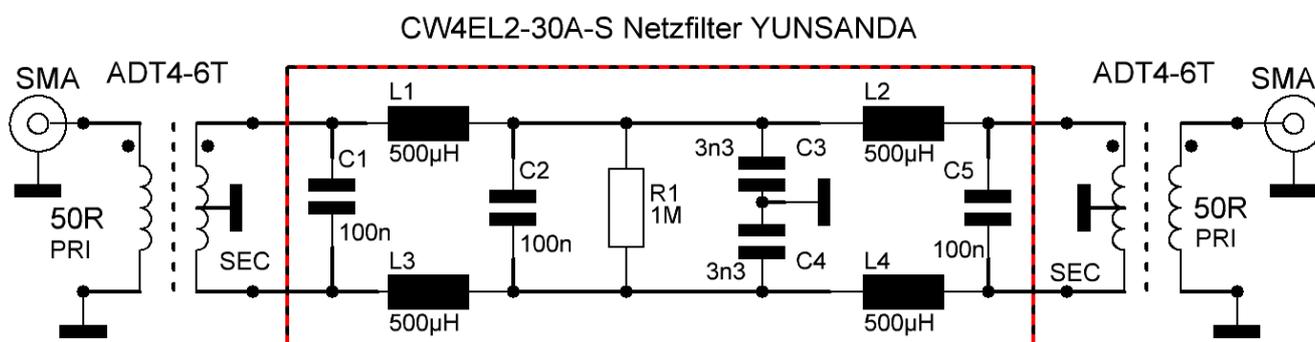
https://www.box73.de/product_info.php?products_id=1986

Stand Okt. 2024 --- Breitband Übertrager ADT4-6T

Messaufbaubeschreibung zum Prüfen von Netzfiltern zwecks HF-Störunterdrückung bei Einbau in Kleinphotovoltaikanlagen

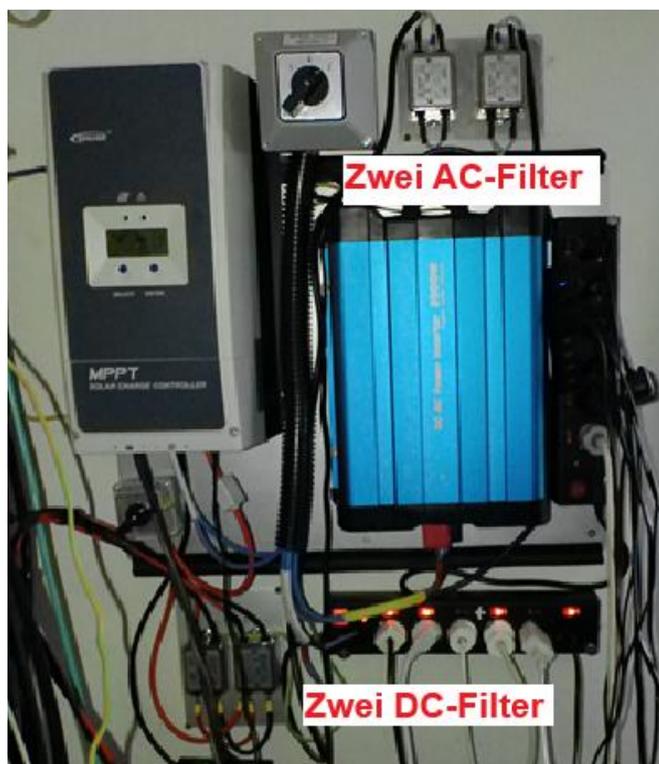


Messschaltungsaufbau zwei ADT4-6T und das D.U.T. Netzfilter



20241024_DK8AR

Die Netzfilter im Einsatz



Beispiel meiner Inselanlage mit Filterinstallation!

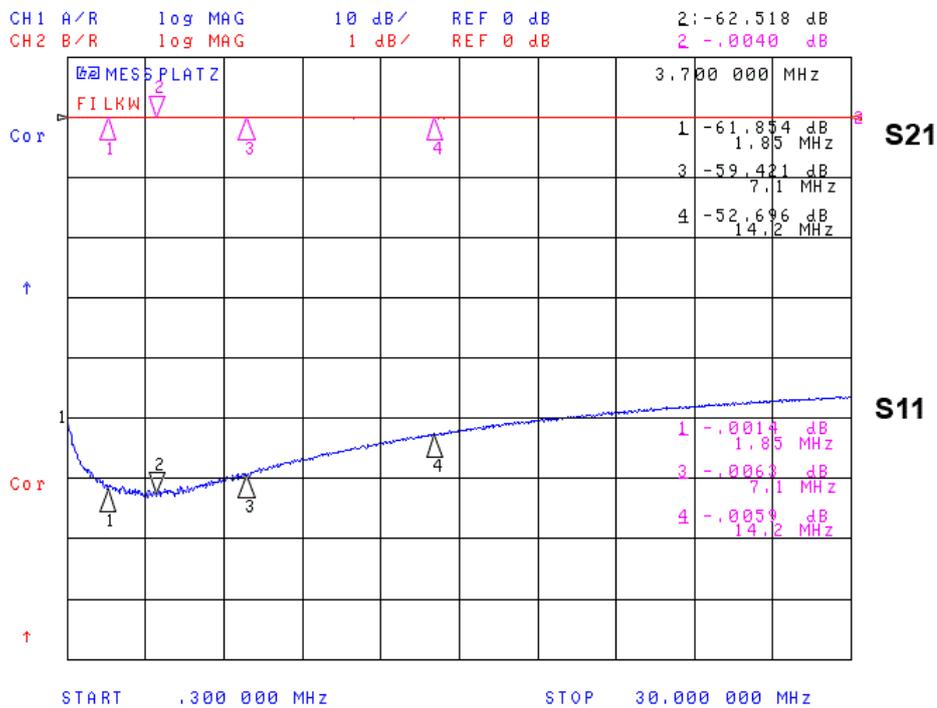
Zwei Filter für den AC Ausgang, da mein Wandler von 24DC auf 230Volt AC über zwei Schuko Steckdosen verfügt. Von den Photovoltaik Platten kommenden Zuleitungen sind zwei Filter vor dem DC Eingang des MPPT Solar Charge Controller angeordnet. Zusätzlich zu sehen zwei zweipolige Ausschalter um die Anlage trennen zu können.

Dazu gehören nicht sichtbar sogenannte Kfz 30/40Ampere Automaten für den DC Bereich und natürlich der Stromspeicher!

Messaufbaubeschreibung zum Prüfen von Netzfiltern zwecks HF-Störunterdrückung bei Einbau in Kleinphotovoltaikanlagen

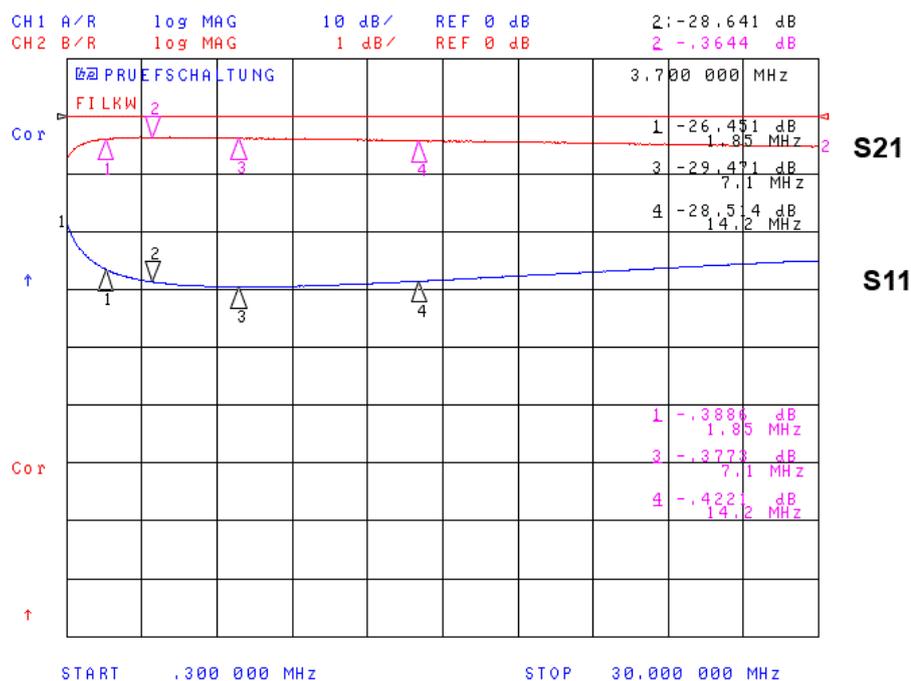
Die Messungen: Überprüfung Messplatz 0,3 MHz bis 30MHz

Langwellen- bis Kurzwellenbereich



Messungen DK8AR

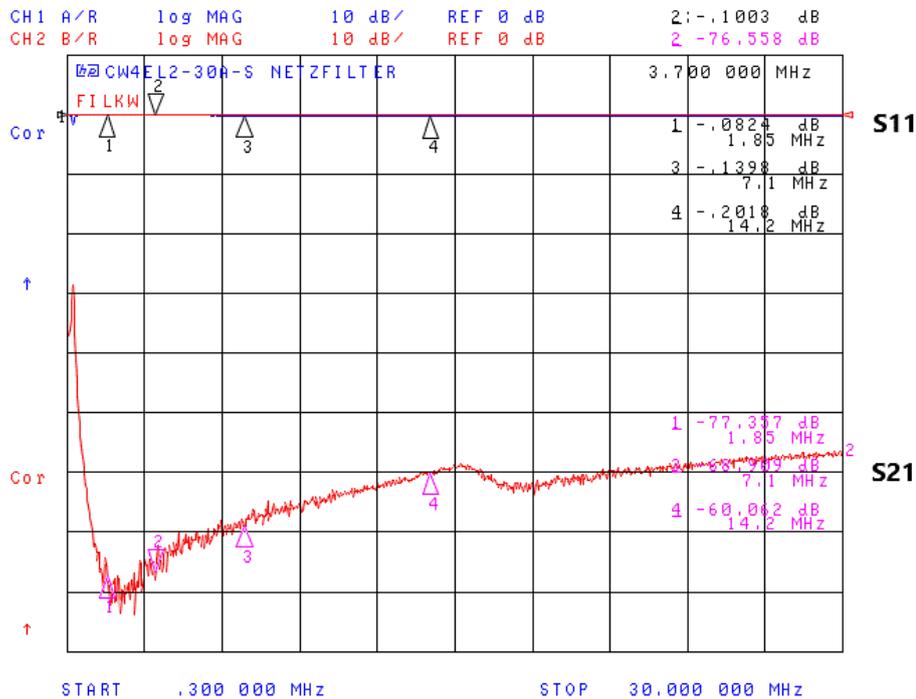
Messschaltungsprüfung bis 30MHz ohne D.U.T. (Netzfilter)



Messung der Prüfschaltung bestehend aus zwei ADT4-6 und vier kurzen Drahtenden mit Ringkabelschuh

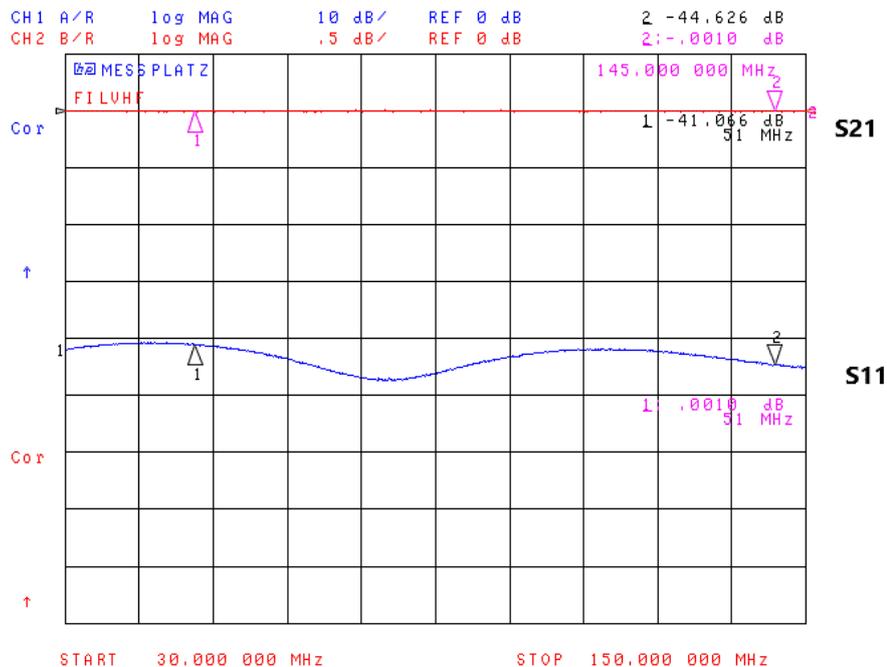
Messaufbaubeschreibung zum Prüfen von Netzfiltern zwecks HF-Störunterdrückung bei Einbau in Kleinphotovoltaikanlagen

Messresultat des Netzfilters CW4EL2-30A-S von YUNSANDA



Dämpfungsverlauf des Filters 0,3MHz bis 30MHz

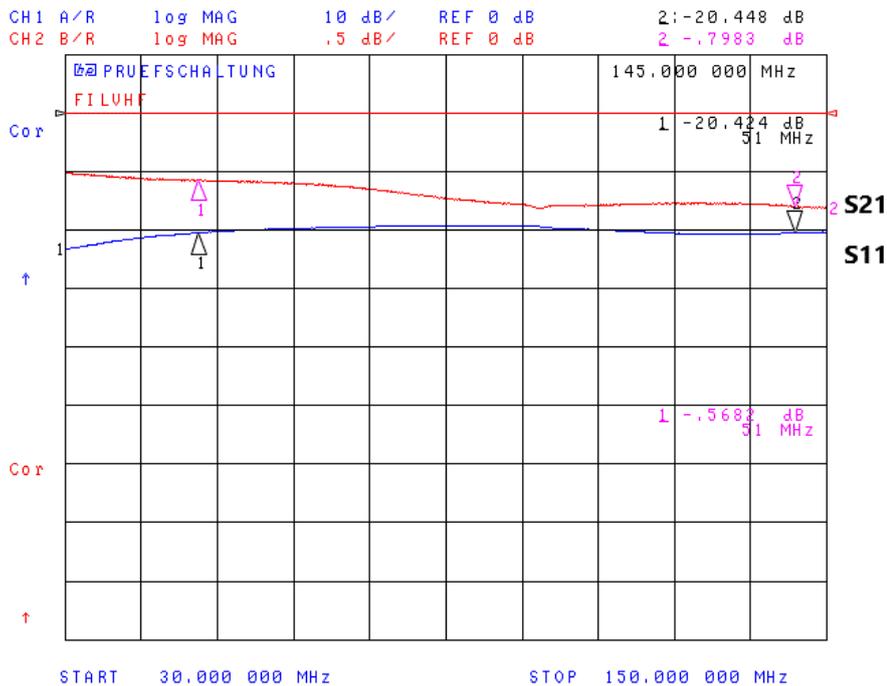
Frequenzbereich 30MHz bis 150MHz



Messplatz Prüfung 30MHz bis 150MHz

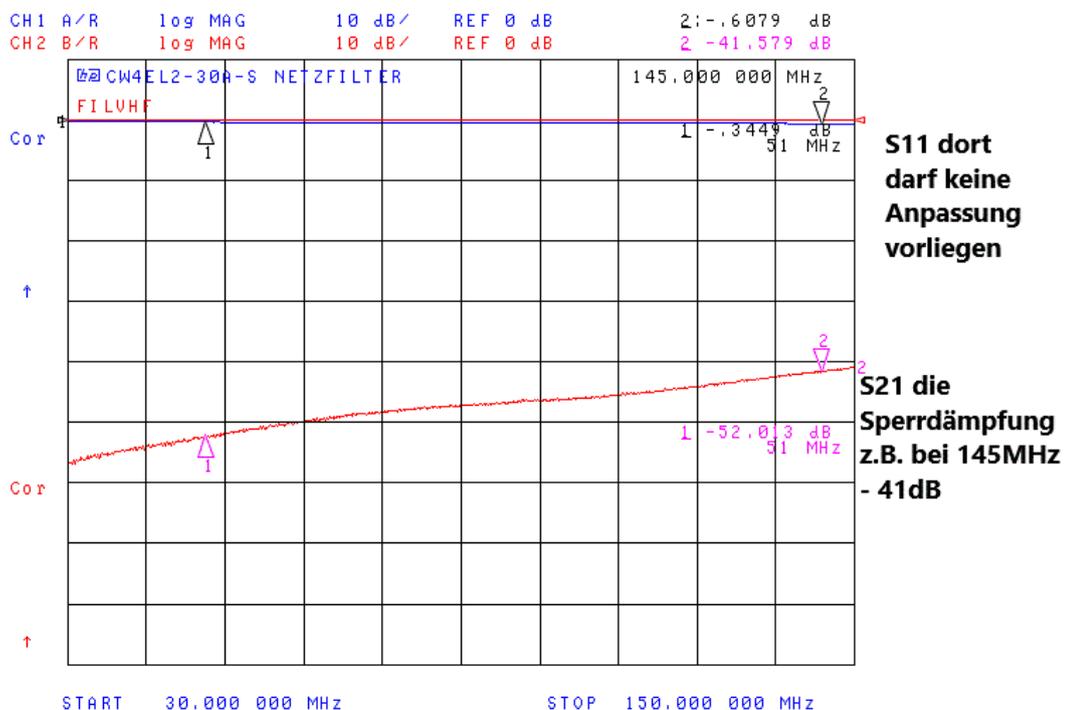
Messaufbaubeschreibung zum Prüfen von Netzfiltern zwecks HF-Störunterdrückung bei Einbau in Kleinphotovoltaikanlagen

Messschaltungsprüfung bis 150MHz ohne D.U.T. (Netzfilter)



Messung der Prüfschaltung mit zwei ADT4-6T 50R auf 200R via Zweidrahtleitung

Messergebnis des Dämpfungsverlaufs bis 150MHz



Diese Filter sind durchaus geeignet für den Einsatz bis in das Zweimeterband

Messaufbaubeschreibung zum Prüfen von Netzfiltern zwecks HF-Störunterdrückung bei Einbau in Kleinphotovoltaikanlagen

Der verwendete HF – Trafo von 50Ω unsymmetrisch auf 200Ω symmetrisch mit Secondary Center

Surface Mount RF Transformer

50Ω 0.06 to 300 MHz

ADT4-6T



CASE STYLE: CD637

Maximum Ratings

Operating Temperature -20°C to 85°C

Storage Temperature -55°C to 100°C

RF Power 0.25W

DC Current 30mA

Permanent damage may occur if any of these limits are exceeded.

Pin Connections

PRIMARY DOT 3

PRIMARY 1

SECONDARY DOT 4

SECONDARY 6

SECONDARY CT 5

NOT USED 2

Features

- excellent amplitude unbalance, 0.1 dB typ. in 1 dB bandwidth
- excellent return loss, 24 dB typ. in 1 dB bandwidth
- aqueous washable
- protected under US patent 6,133,525

Applications

- impedance matching
- balanced amplifiers

Transformer Electrical Specifications

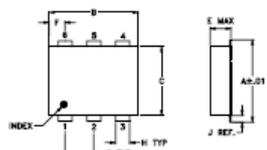
Ω RATIO (Secondary/Primary)	FREQUENCY (MHz)	INSERTION LOSS*			PHASE UNBALANCE (Deg.) Typ.		AMPLITUDE UNBALANCE (dB) Typ.	
		3 dB MHz	2 dB MHz	1 dB MHz	1 dB bandwidth	2 dB bandwidth	1 dB bandwidth	2 dB bandwidth
4	0.06-300	0.06-300	0.08-250	0.15-200	1	2	0.1	0.2

* Insertion Loss is referenced to mid-band loss, 0.3 dB typ.

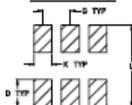
Typical Performance Data

FREQUENCY (MHz)	INSERTION LOSS (dB)	INPUT R. LOSS (dB)	AMPLITUDE UNBALANCE (dB)	PHASE UNBALANCE (Deg.)
0.06	0.60	13.25	0.00	0.11
0.10	0.42	18.01	0.01	0.04
0.15	0.39	21.16	0.01	0.01
1.00	0.30	31.91	0.01	0.04
10.80	0.28	43.47	0.02	0.00
50.00	0.34	37.69	0.04	0.01
100.00	0.41	30.15	0.12	0.08
212.50	0.57	19.48	0.44	1.70
250.00	0.68	16.85	0.56	3.11
300.00	0.94	13.83	0.70	6.55

Outline Drawing



PCB Land Pattern



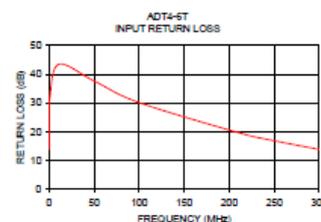
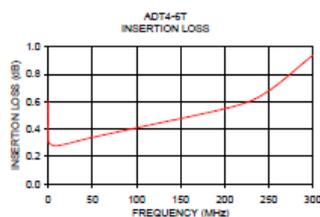
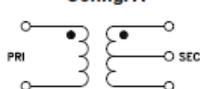
Suggested Layout,
Tolerance to be within ±.002

Outline Dimensions (inch/mm)

A	B	C	D	E	F	G
.272	.310	.220	.100	.206	.055	.100
6.91	7.87	5.59	2.54	5.23	1.40	2.54
H	J	K	L	wt		
.030	.026	.065	.300	grams		
0.76	0.66	1.65	7.62	0.40		

Demo Board MCL P/N: TB-430

Config. A



Notes

- A. Performance and quality attributes and conditions not expressly stated in this specification document are intended to be excluded and do not form a part of this specification document.
 B. Electrical specifications and performance data contained in this specification document are based on Mini-Circuits' applicable established test performance criteria and measurement instructions.
 C. The parts covered by this specification document are subject to Mini-Circuits' standard limited warranty and terms and conditions collectively, "Standard Terms". Purchasers of this part are entitled to the rights and benefits contained therein. For a full statement of the Standard Terms and the applicable rights and remedies thereunder, please visit Mini-Circuits' website at www.minicircuits.com/MCISStore/terms.jsp



www.minicircuits.com P.O. Box 350166, Brooklyn, NY 11235-0033 (718) 934-4500 sales@minicircuits.com

REV. E
M155498
ADT4-6T
ED-78301
WPTD/CPIAM
161026

Quelle: Mini-Circuits

Hinweis: Vor Installation die Filter durchmessen, man weiß ja nicht was man in den Händen hält!

Wie immer ist diese Dokumentation auf den entsprechenden Seiten zu finden!

Ich wünsche Euch viel Erfolg bei der Störquellensuche, als auch bei deren Beseitigung

73 de Henri DK8AR