

# Bericht Schaltnetzteil mit Entstörversuch

Wilhelm, DL6DCA

7.02.2022



Frontansicht

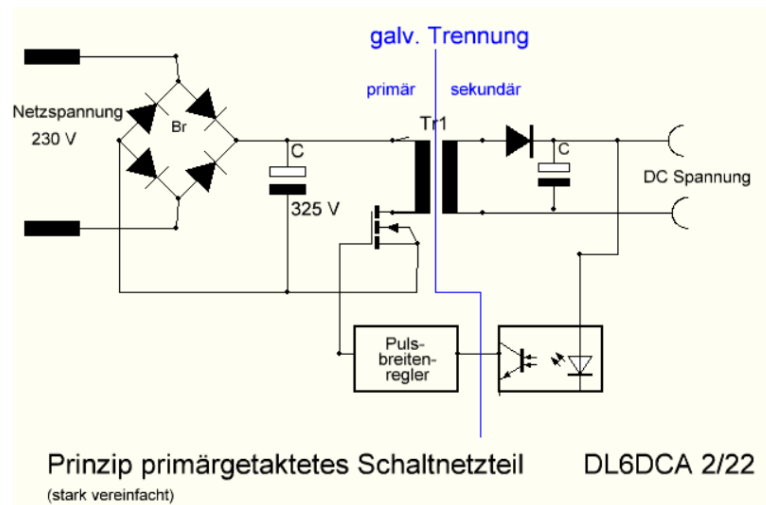
Im Rahmen meiner Bastelprojekte und auch den zugehörigen Messungen fehlte mir immer wieder ein leistungsfähiges 13,5 V Netzteil. Mein Hauptmessplatz mit Meßsender, Leistungsmesser, Spektrum-Analyser und Vektoriell Network Analyser ist, mangels Platz am eigentlichen Arbeitsplatz, auf einem Laborwagen untergebracht. Dieser steht quasi hinter mir im Raum. Wenn dort Gleichspannung gebraucht wird, um z.B. ein repariertes Funkgerät zu testen, wurde über Laborkabel die Spannung am Stationsnetzteil entnommen und zum Messplatz geleitet. Mehr als einmal habe ich mich in diesen Kabeln verfangen und geschimpft. Da kam die Idee ein möglichst kleines, aber leistungsfähiges, Netzteil in den mobilen Messplatz zu integrieren. Damit war die Idee geboren, ein Netzteil mit zweimal 13,5 V und 5 V bei jeweils 10 A nutzbaren Strom aufzubauen. Alle Spannungen sollen potentialfrei zueinander sein, um sie ggfs. miteinander koppeln zu können.

Um diese 320 W Gesamtleistung zu erzeugen besteht ja die Möglichkeit längsgeregelte Netzteile in Analogtechnik zu nutzen oder alternativ auf kommerzielle Schaltnetzteile zurückzugreifen. Um diese Leistungsklasse mit einem normalen Trafo aufzubauen, ist schon ein gewaltiger Klotz erforderlich, da bekanntlich solche Netzteile im günstigsten Fall einen Wirkungsgrad von 60 % haben. Das bedeutet, dass es nicht nur schwer, sondern auch ein großes Gehäuse mit viel Kühlkörperfläche erforderlich wird. Der Vorteil ist natürlich, dass bei entsprechendem Aufbau mit keinen hochfrequenten Störungen zu rechnen ist.

Die Alternative besteht in Schaltnetzteilen, die relativ klein sind und Wirkungsgrade von über 90 % haben. Bekannter Nachteil ist, dass sie mehr oder weniger Störstrahlung mit sich bringen. Trotzdem habe ich diesen Weg beschritten.

Bei der Suche im Internet bin ich auf zahlreiche Beiträge gestoßen, wo kommerzielle Schaltnetzteile durch zusätzliche Entstörmaßnahmen durchaus auch für den Einsatz im Amateurfunkbereich tauglich gemacht wurden. Beiträge entsprechender Art findet man z. B. unter [1], [2], [3], [4] u.a..

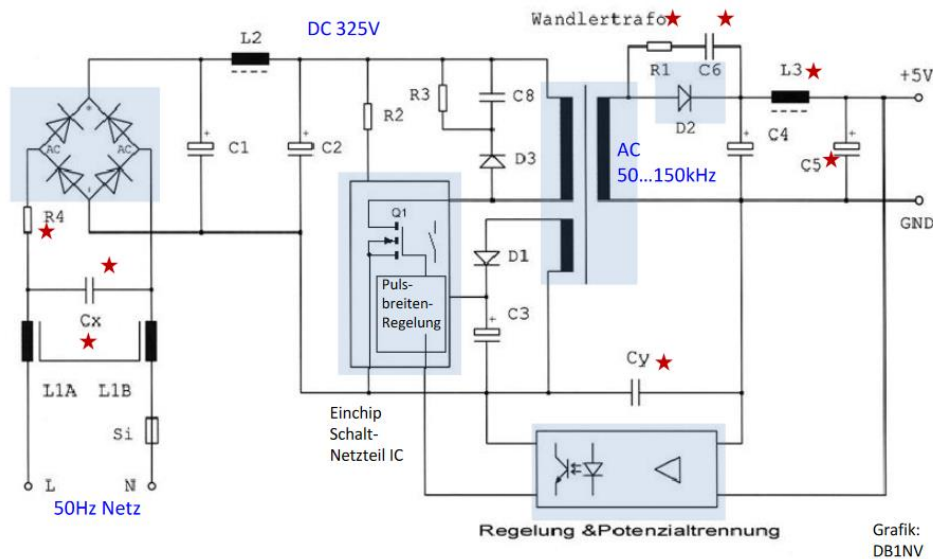
Um zu verstehen, weshalb Schaltnetzteile überhaupt im Hochfrequenzbereich stören können, habe ich mich erst einmal ein wenig mit dem grundsätzlichen Aufbau von Schaltnetzteilen beschäftigt.



Schaltnetzteile sind meistens sogenannte primär getaktete Schaltungen. Seltener sekundär getaktete oder Mischformen von beiden. Wie man der stark vereinfachten Schaltung entnehmen kann, wird die 230 V Netzspannung direkt gleichgerichtet und mit einem Speicherkondensator geglättet. Dahinter wird die Gleichspannung wieder im Bereich von ca. 50 bis 150 kHz mittels elektronischem Schalter getaktet auf einen Transformator gegeben, der, genau wie im längsgeregelten Netzteil, die Spannung in den gewünschten Spannungsbereich herunter transformiert. Der Kern des Transformators besteht aber nicht aus einem Blechpaket, sondern aus Ferritmaterial welches für 50 – 150 kHz geeignet ist. Die Taktung erfolgt über einen entsprechenden Steuerbaustein, welcher über einen Optokoppler die auf der Sekundärseite mittels Diode und Kondensator gleichgerichtete Spannung dedektiert und in entsprechende Pulsbreiten umsetzt. Es handelt sich also um eine echte Pulsbreitenregelung; je schmaler und weiter auseinander die Impulse sind, umso geringer die Spannung und umgekehrt. Durch den Transformator und die Rückkopplung durch den Optokoppler erfolgt eine galvanische Auftrennung zwischen Primär- und Sekundärseite und somit eine Trennung von der Netzspannung. Die Schaltimpulse sind sehr steil, was dazu führt, dass es durch die Diodengleichrichtung zu harmonischen Oberwellen der Schaltfrequenz kommt. Diese Oberwellen liegen insbesondere im Bereich von bis zu 30 MHz, also unserem Kurzwellenbereich und zum Teil auch deutlich darüber. Das Ganze basiert auf den entstehenden Gleich- und Gegentaktströmen innerhalb der Schaltung, sowohl im Primär- als auch Sekundärbereich; ausführlich erläutert in [6].

Da der Transformator mit 50 bis 150 kHz schon hochfrequent betrieben wird, kann er aufgrund seines Ferritkerns wesentlich kleiner ausfallen, als ein Eisenkern-Transformator für 50 Hz. Auch ist der Wirkungsgrad aufgrund der engeren magnetischen Kopplung wesentlich besser. Die Gewichtsersparnis gegenüber längsgeregelten Transformatornetzteilen liegt in etwa beim Faktor 8.

Um das unerwünschte Störpotential zu unterdrücken sind zahlreiche Maßnahmen erforderlich. DB1NV, Prof. Dr.-Ing. Jochen Jirmann, hat dazu eine schöne Grafik erstellt aus der ersichtlich wird, welche Teile grundlegend für das Schaltnetzteil erforderlich sind und welche ausschließlich der Entstörung dienen (Grafik entnommen [5]). Genau diese Entstörbauteile sind es, die gute und schlechte Schaltnetzteile voneinander unterscheiden. Bei schlecht aufgebauten Schaltnetzteilen, insbesondere aus Fernost, fehlen häufig diese Komponenten teilweise oder ganz. Es sind zwar nur Cent-Beträge, aber die Menge bringt es und es ist den Importeuren wohl egal, welche Probleme damit vorprogrammiert sind.



Grafik von DB1NV aus [5]

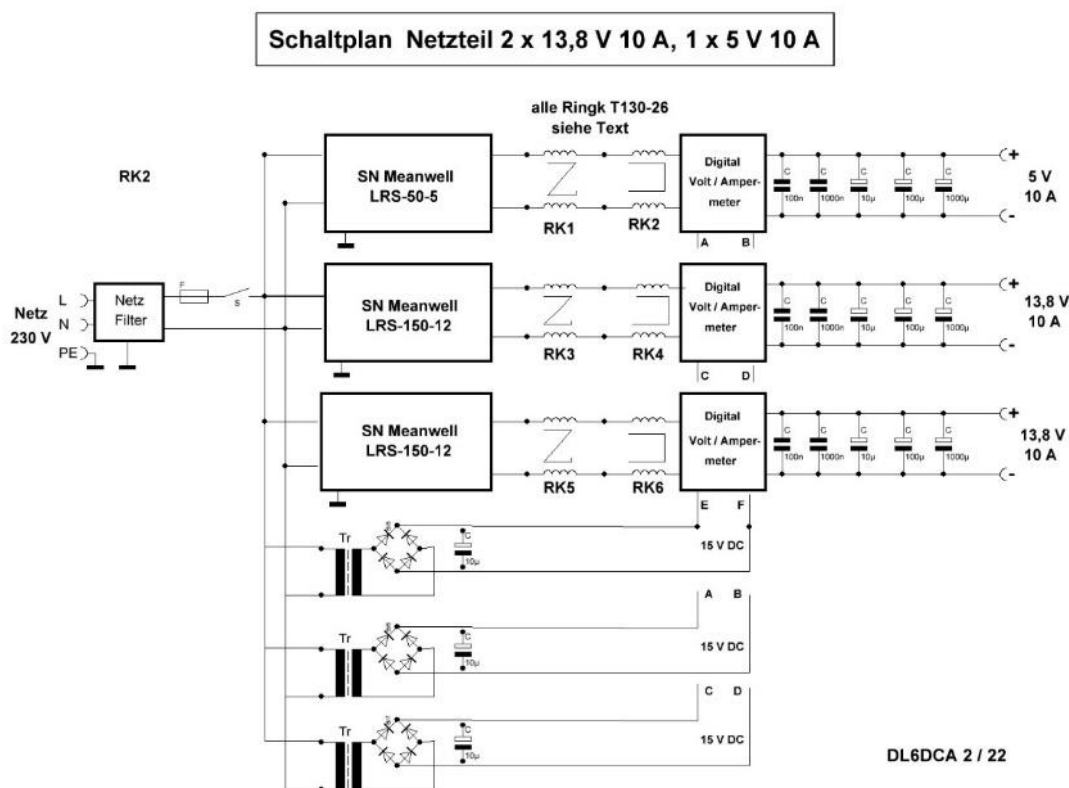
Alle mit \* gekennzeichneten Bauteile dienen ausschließlich der Entstörung und nicht der Grundfunktion des Schaltnetzteils.

Die Störungen wirken in der Schaltung in Form von leitungsgebundenen Gleich- und Gegentaktströmen, die sich aber auch als hochfrequente Strahlung vom Kabel / der Platine / den Bauteilen ablösen und somit über unsere Antennenanlage bemerkbar machen können. Zwar reduziert sich die Störstrahlung im Quadrat der Entfernung, aber die Netzzuleitung oder auch das Anschlusskabel zum angeschlossenen Gerät können entsprechend ihrer Länge als angepasste Antenne die Abstrahlung der Störsignale unterstützen.

So viel zur Grundschaltung von Schaltnetzteilen und der Entstehung von Störsignalen. Wer sich näher mit den Schaltungen von Schaltnetzteilen und deren Entstörung beschäftigen möchte, findet auf der Homepage von Prof. Dr.-Ing. Heinz Schmidt-Walter umfangreiche und sehr detaillierte Informationen einschließlich Berechnungsprogrammen [6].

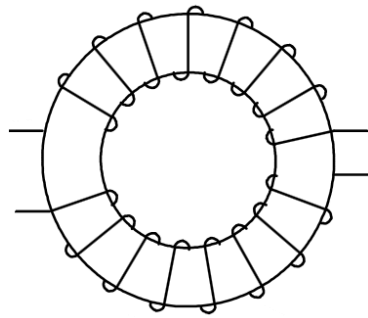
Für mein Projekt wurden Schaltnetzteile der Firma Mean Well eingesetzt, die einen recht guten Namen haben und in größerer Stückzahl in der Industrie erfolgreich eingesetzt werden. Es handelt sich um die Typen LRS-50-5, 5 V 10 A, sowie LRS-150-12, 12 V 12,5 A. Sie verfügen über ein Potentiometer, mit der die Spannung nachjustiert werden kann. Die 12 V lassen sich dadurch auf 13,8 V erhöhen, die Gesamtleistung bleibt aber gleich; deshalb bei mir auch nur die max. Belastung mit 10 A. Die technischen Details können den Datenblättern entnommen werden, die als Anhang beigefügt sind.

Der Schaltplan des Netzteils:

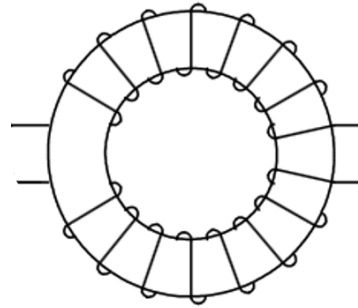


Zur Unterdrückung der kabelgebundenen Gegentakt- und Gleichtaktströme wurden Ringkernrosseln eingebaut. Es handelt sich dabei um Eisenpulverringkerne des Typs Amidon T 130-26 mit jeweils 2 x 10 Wdg. CU-Lackdraht 1,5 mm<sup>2</sup>. Die 10 Windungen ergeben eine Induktivität von errechnet 7,85 µH, was messtechnisch auch bestätigt werden konnte.

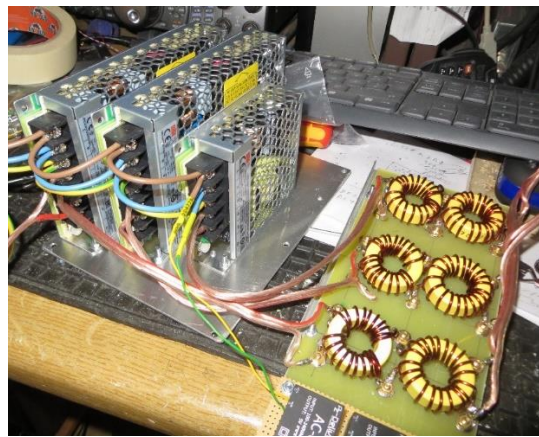
Die hintereinander geschalteten Drosseln unterscheiden sich in der Wicklungsart. RK 1, RK 3 und RK 5 dienen der Unterdrückung der Gleichtaktströme, RK 2, RK 4 und RK 6 der Unterdrückung von Gegentaktströmen.



Wicklung RK1, RK3, RK5



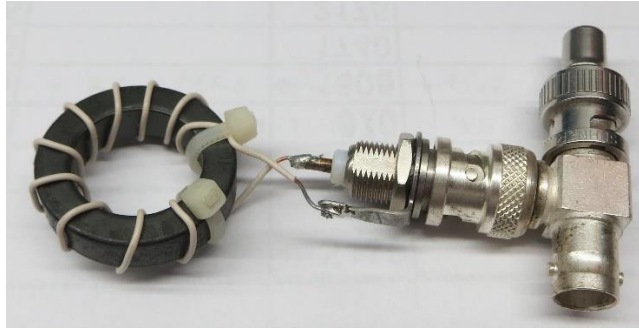
Wicklung RK2, RK4, RK6



Übersicht der noch nicht ins Gehäuse eingebauten Komponenten

Direkt an den Ausgangsbuchsen wurde eine kleine Platine angebracht, auf der sich mehrere Kondensatoren befinden, die die ggfs. noch bestehenden hochfrequenten Spannungsanteile kurzschließen sollen.

Um die Störleistung des Schaltnetzteils messen zu können, wurde eine Sonde aufgebaut. Ein Ringkern FT-114-77 mit 10 Windungen Draht und mittels BNC T-Stück angeschlossenem  $50 \Omega$  Abschlusswiderstand bilden diese Sonde. Die Vermessung am Netzwerkanalysator ergab eine Koppel-Dämpfung im Bereich von 0,3 bis 70 MHz von durchschnittlich -27 dB.



Messkopf

Zur Ermittlung der Größe der Gegentaktströme wurde ein Kabel (+ oder -) der Niederspannungsleitung, zur Ermittlung der Gleichtaktströme beide Kabel (+ und -) durch den Ringkern geführt. Die Messung erfolgte mit einem an der Sonde angeschlossenenem SDR RSP-1A und der zugehörigen Software SDRuno im LSB-Mode bei 2,7 kHz Bandbreite.

f in MHz	Basisanzeige	ohne Entstörung		mit Entstörung		Differenz	
		Gegen	Gleich	Gegen	Gleich	Gegen	Gleich
0,435	-134,2	-115,70	-130,90	-130,90	-128,40	15,20	-2,50
1,800	-134,2	-112,80	-101,50	-109,50	-102,30	-3,30	0,80
3,500	-129,8	-100,50	-100,90	-117,50	-109,70	17,00	8,80
7,000	-133,1	-103,00	-121,10	-127,70	-125,10	24,70	4,00
14,000	-115,7	-113,90	-111,70	-115,90	-115,70	2,00	4,00
21,000	-125,9	-97,90	-93,60	-113,90	-108,40	16,00	14,80
30,000	-123,3	-113,20	-112,80	-118,60	-121,50	5,40	8,70
50,000	-117,5	-113,50	-108,10	-117,50	-117,50	4,00	9,40
70,000	-134,2	-133,50	-133,50	-134,00	-134,00	0,50	0,50

#### Messergebnisse

Basisanzeige bedeutet, dass das Schaltnetzteil nicht eingeschaltet war und gibt die Grundempfindlichkeit des SDR-Empfängers wieder. Die Messwerte ohne Entstörung wurden an dem noch nicht modifizierten 13,5 V Netzteil bei 9,5 A, noch außerhalb des späteren Gehäuses, vorgenommen. Nach dem Einbau der beschriebenen Entstörbauteile und aller sonstigen Komponenten in das Gehäuse, erfolgte die Erfassung der Messwerte „mit Entstörung“, ebenfalls bei 9,5 A. In der Spalte „Differenz“ sieht man, wie sich die Messergebnisse durch die eigenen Entstörmaßnahmen verändern. Bei allen Werten ist zu berücksichtigen, dass der absolute Pegel um 27 dB erhöht werden muss, da ja der Messkopf eine Koppeldämpfung von -27 dB hat. Bei der Berechnung der Differenz hat das keine Auswirkungen, jedoch wenn man beurteilen will, welchen S-Meter Wert ein solches Störpotential hat. Dabei ist aber auch zu beachten, dass sich die Antenne der Funkstation im Regelfall ja nicht dicht neben dem Netzteil und deren Netzleitungen / Niederspannungsleitung befindet und der Störspannungspegel im Quadrat mit der Entfernung abnimmt.

S-Stufe	$\mu\text{V}$ (an $50\Omega$ )	dBm	$\text{dB}\mu\text{V}$ (an $50\Omega$ )
S9+60dB	50.060	-13	94
S9+50dB	15.830	-23	84
S9+40dB	5.006	-33	74
S9+30dB	1.583	-43	64
S9+20dB	500,6	-53	54
S9+10dB	158,3	-63	44
S9	50,1	-73	34
S8	25,1	-79	28
S7	12,6	-85	22
S6	6,3	-91	16
S5	3,2	-97	10
S4	1,6	-103	4
S3	0,8	-109	-2
S2	0,4	-115	-8
S1	0,2	-121	-14

**Übersicht S-Meter Werte im Verhältnis zu Spannung / Pegel**

Das Ergebnis war für mich teilweise ernüchternd. Bei den beiden Messwerten wo eine Verschlechterung eintrat vermute ich, dass es aufgrund des beengten Gehäuseaufbaus durchaus zu „Übersprechen“ der Störspannungen der beiden anderen Schalt- netzteile und somit zur Summierung kommt.



**Innenansicht des Netzteils**

Alle drei Netzteile bringen zusammen bei Vollast 320 W Ausgangsleistung. Meine Messungen haben ergeben, dass ein Wirkungsgrad von 90 % bei Vollast erreicht wird. Das bedeutet aber auch, dass 32 Watt Verlustwärme anfallen. Das Gehäuse besitzt zwar Entlüftungsöffnungen, zur besseren Belüftung wurde aber an der Rückseite ein kleiner CPU-Lüfter angebracht, der die Durchlüftung begünstigt. Um die Geräuschentwicklung zu reduzieren, ist ein Vorwiderstand zur Drehzahlreduzierung eingebaut.

Laut Mean Well Datenblatt sollen Ripple und Noise am Gleichspannungsausgang des 5 V Schaltnetzteiles max. 80 mVpp und beim 12 V Netzteil max. 150 mVpp betragen. Diese Werte werden nach meinen Überprüfungen eingehalten bzw. sind besser.



Rückseite des Netzteils

Noch ein Hinweis zu der Spannungs- / Stromanzeige. Die Messinstrumente benötigen eine eigene Spannungsversorgung. Um die drei Spannungen potentialfrei zu halten, wurde für jedes Instrument eine eigene, galvanisch getrennte, Spannungsversorgung eingebaut. Sie besteht jeweils aus einem kleinen Transformator mit Gleichrichter und Siebkondensator. Erste Versuche mit baulich kleineren und günstigeren Kleinstschaltnetzteilen verliefen leider erfolglos. Beim Ein- und Ausschalten des Gesamtnetzteiles entstehen relativ hohe Schaltspitzen (Transienten), die dann aufgrund des dichten Aufbaus und der kurzen Kabelführung zur gemeinsamen Netzanschlussbuchse binnen weniger Schaltvorgänge die Mininetzteile zerstörten. Eine technische Nachfrage beim Verkäufer blieb unbeantwortet, der Kaufbetrag wurde aber unproblematisch erstattet. Abhilfe würde hier u.U. ein vorgeschalteter Transientenschutz bieten. Solche Bauteile gibt es durchaus zu kaufen, befanden sich aber nicht in meiner Lagerhaltung.



Kleinstschaltnetzteil, nur 36 x 24 x 17 mm groß



Fazit: ich habe jetzt ein Netzteil für meinen Messplatz und einiges über Schaltnetz-  
teile gelernt. Hinsichtlich der Entstörmaßnahmen hatte ich etwas bessere Werte er-  
hofft, bzw. sind sie mir durch manche Beiträge suggeriert worden. Sollten sich in der  
Praxis Probleme auftun, kann man durchaus noch einmal über eine andere Drossel  
Bestückung mit höherer Induktivität auf Ferritbasis nachdenken.

Über Rückfragen, Anmerkungen, Verbesserungsvorschläge würde ich mich freuen.

Kontakt bitte per Mail [dl6dca@dark.de](mailto:dl6dca@dark.de) oder Ortsfrequenz 144,575 MHz.

vy 73 de Wilhelm, DL6DCA

#### Hinweis- / Literaturverzeichnis:

[1] Hans-Peter Blättler, HB9BXE, Workshop wie wir getaktete Netzteile entstören,

[https://www.hb9f.ch/bastelecke/pdf/Vortraege/2018/Schalt\\_Netzteil\\_entstoeren\\_V4.pdf](https://www.hb9f.ch/bastelecke/pdf/Vortraege/2018/Schalt_Netzteil_entstoeren_V4.pdf)

[2] Wolfgang Wippermann, DG0SA, Entstörung eines Schaltnetzteil

<https://www.dg0sa.de/snt.pdf>

[3] Lutger Schlotmann, DF1BT, Entstörung eines Ladenetzteil,

<http://www.baeckerei-heitmann.de/DF1BT/Entstoerung-eines-Ladenetzteil.pdf>

[4] Prof. Dr.-Ing. Joachim Jirmann, DB1NV, Breitbandstörer Schaltnetzteil,

<https://docplayer.org/69141518-Breitbandstoerer-schaltnetzteil-weinheim-dr-jochen-jirmann-db1nv.html>

[5] Günter Fred Mandel, DL4ZAO, Workshop Breitbandstörsender,

<https://www.dl4zao.de/downloads/EMV-Schaltnetzteil.pdf>

[6] Prof. Dr. Ing. Heinz Schmidt-Walter, Schaltnetzteil,

<http://schmidt-walter-schaltnetzteil.de/>

[http://schmidt-walter-schaltnetzteil.de/snt/snt\\_deu/sntdeu8.pdf](http://schmidt-walter-schaltnetzteil.de/snt/snt_deu/sntdeu8.pdf)

Anhang:



50W Single Output Switching Power Supply

LRS-50 series

SPECIFICATION

MODEL	LRS-50-3.3	LRS-50-5	LRS-50-12	LRS-50-15	LRS-50-24	LRS-50-36	LRS-50-48	
OUTPUT	DC VOLTAGE	3.3V	5V	12V	15V	24V	36V	48V
	RATED CURRENT	10A	10A	4.2A	3.4A	2.2A	1.45A	1.1A
	CURRENT RANGE	0 ~ 10A	0 ~ 10A	0 ~ 4.2A	0 ~ 3.4A	0 ~ 2.2A	0 ~ 1.45A	0 ~ 1.1A
	RATED POWER	33W	50W	50.4W	51W	52.8W	52.2W	52.8W
	RIPPLE & NOISE (max.) Note.2	80mVp-p	80mVp-p	120mVp-p	120mVp-p	150mVp-p	200mVp-p	200mVp-p
	VOLTAGE ADJ. RANGE	2.97 ~ 3.6V	4.5 ~ 5.5V	10.2 ~ 13.8V	13.5 ~ 18V	21.6 ~ 28.8V	32.4 ~ 39.6V	43.2 ~ 52.8V
	VOLTAGE TOLERANCE Note.3	±3.0%	±2.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%
	LINE REGULATION Note.4	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%
	LOAD REGULATION Note.5	±2.0%	±1.0%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%
	SETUP, RISE TIME	1000ms, 30ms/230VAC    2000ms, 30ms/115VAC at full load						
HOLD UP TIME (Typ.)	30ms/230VAC    12ms/115VAC at full load							
INPUT	VOLTAGE RANGE	85 ~ 264VAC    120 ~ 373VDC						
	FREQUENCY RANGE	47 ~ 63Hz						
	EFFICIENCY (Typ.)	80%	83%	86%	88%	88%	89%	90%
	AC CURRENT (Typ.)	0.95A/115VAC    0.56A/230VAC						
	INRUSH CURRENT (Typ.)	COLD START 45A/230VAC						
	LEAKAGE CURRENT	<0.75mA / 240VAC						
PROTECTION	OVER LOAD	110 ~ 150% rated output power Protection type : Hiccup mode, recovers automatically after fault condition is removed						
	OVER VOLTAGE	3.8 ~ 4.45V	5.9 ~ 7.3V	13.8 ~ 16.2V	18.75 ~ 21.75V	28.8 ~ 33.6V	41.4 ~ 48.6V	55.2 ~ 64.8V
ENVIRONMENT	WORKING TEMP.	-30 ~ +70°C (Refer to "Derating Curve")						
	WORKING HUMIDITY	20 ~ 90% RH non-condensing						
	STORAGE TEMP., HUMIDITY	-40 ~ +85°C, 10 ~ 95% RH non-condensing						
	TEMP. COEFFICIENT	±0.03%/°C (0 ~ 50°C)						
	VIBRATION	10 ~ 500Hz, 5G 10min./1cycle, 60min. each along X, Y, Z axes						
	OVER VOLTAGE CATEGORY	III; Compliance to EN61558, EN50178, EN60664-1, EN62477-1; altitude up to 2000 meters						
SAFETY & EMC (Note 9)	SAFETY STANDARDS	UL62368-1, TUV EN62368-1, EN60335-1, EN61558-1/-2-16, CCC GB4943.1, BSMI CNS 14336-1, EAC TP TC 004, AS/NZS 60950.1 (by CB) approved						
	WITHSTAND VOLTAGE	I/P-O/P:4KVAC    I/P-FG:2KVAC    O/P-FG:1.25KVAC						
	ISOLATION RESISTANCE	I/P-O/P, I/P-FG, O/P-FG:100M Ohms / 500VDC / 25°C / 70% RH						
	EMC EMISSION	Compliance to EN55032 (CISPR32) Class B, EN55014, EN61000-3-2,-3, GB/T 9254, BSMI CNS13438, EAC TP TC 020						
OTHERS	EMC IMMUNITY	Compliance to EN61000-4-2,3,4,5,6,8,11, EN61000-6-2 (EN50082-2), heavy industry level, criteriaA, EAC TP TC 020						
	MTBF	645K hrs min.    MIL-HDBK-217F (25°C)						
	DIMENSION	99*82*30mm (L*W*H)						
	PACKING	0.23Kg; 60pcs/14.8Kg/0.88CUFT						
NOTE	<p>1. All parameters NOT specially mentioned are measured at 230VAC input, rated load and 25°C of ambient temperature.</p> <p>2. Ripple &amp; noise are measured at 20MHz of bandwidth by using a 12" twisted pair-wire terminated with a 0.1uF &amp; 47uF parallel capacitor.</p> <p>3. Tolerance : Includes set up tolerance, line regulation and load regulation.</p> <p>4. Line regulation is measured from low line to high line at rated load.</p> <p>5. Load regulation is measured from 0% to 100% rated load.</p> <p>6. Length of set up time is measured at cold first start. Turning ON/OFF the power supply very quickly may lead to increase of the set up time.</p> <p>7. 3.3V, 5V when the load factor 0~50%, the switching power less is reduced by burst operation, which will cause ripple and ripple noise to go beyond the specifications.</p> <p>8. The ambient temperature derating of 5°C/1000m is needed for operating altitude greater than 2000m(6500ft).</p> <p>9. The power supply is considered a component which will be installed into a final equipment. All the EMC tests are been executed by mounting the unit on a 360mm*360mm metal plate with 1mm of thickness. The final equipment must be re-confirmed that it still meets EMC directives. For guidance on how to perform these EMC tests, please refer to "EMI testing of component power supplies." (as available on <a href="http://www.meanwell.com">http://www.meanwell.com</a>)</p>							



**SPECIFICATION**

MODEL	LRS-150-12	LRS-150-15	LRS-150-24	LRS-150-36	LRS-150-48	
OUTPUT	DC VOLTAGE	12V	15V	24V	36V	48V
	RATED CURRENT	12.5A	10A	6.5A	4.3A	3.3A
	CURRENT RANGE	0 ~ 12.5A	0 ~ 10A	0 ~ 6.5A	0 ~ 4.3A	0 ~ 3.3A
	RATED POWER	150W	150W	156W	154.8W	158.4W
	RIPPLE & NOISE (max.) Note.2	150mVp-p	150mVp-p	200mVp-p	200mVp-p	200mVp-p
	VOLTAGE ADJ. RANGE	10.2 ~ 13.8V	13.5 ~ 18V	21.6 ~ 28.8V	32.4 ~ 39.6V	43.2 ~ 52.8V
	VOLTAGE TOLERANCE Note.3	± 1.0%	± 1.0%	± 1.0%	± 1.0%	± 1.0%
	LINE REGULATION Note.4	± 0.5%	± 0.5%	± 0.5%	± 0.5%	± 0.5%
	LOAD REGULATION Note.5	± 0.5%	± 0.5%	± 0.5%	± 0.5%	± 0.5%
	SETUP, RISE TIME	500ms, 30ms/230VAC 500ms, 30ms/115VAC at full load				
HOLD UP TIME (Typ.)	40ms/230VAC 35ms/115VAC at full load					
INPUT	VOLTAGE RANGE	85 ~ 132VAC / 170 ~ 264VAC by switch 240 ~ 370VDC (switch on 230VAC)				
	FREQUENCY RANGE	47 ~ 63Hz				
	EFFICIENCY (Typ.)	87.5%	88.5%	89%	89%	90%
	AC CURRENT (Typ.)	3A/115VAC 1.7A/230VAC				
	INRUSH CURRENT (Typ.)	COLD STAR 60A/230VAC				
	LEAKAGE CURRENT	<0.75mA/ 240VAC				
PROTECTION	OVER LOAD	110 ~ 140% rated output power Protection type : Hiccup mode, recovers automatically after fault condition is removed				
	OVER VOLTAGE	13.8 ~ 16.2V	18.75 ~ 21.75V	28.8 ~ 33.6V	41.4 ~ 48.6V	55.2 ~ 64.8V
	OVER TEMPERATURE	Shut down o/p voltage, re-power on to recover				
ENVIRONMENT	WORKING TEMP.	-30 ~ +70°C (Refer to "Derating Curve")				
	WORKING HUMIDITY	20 ~ 90% RH non-condensing				
	STORAGE TEMP., HUMIDITY	-40 ~ +85°C, 10 ~ 95% RH non-condensing				
	TEMP. COEFFICIENT	±0.03%/°C (0 ~ 50°C)				
	VIBRATION	10 ~ 500Hz, 5G 10min./cycle, 60min. each along X, Y, Z axes				
	OVER VOLTAGE CATEGORY	III; Compliance to EN61558, EN50178, EN60664-1, EN62477-1; altitude up to 2000 meters				
SAFETY & EMC (Note 7)	SAFETY STANDARDS	UL62368-1, TUV EN62368-1, EN60335-1, EN61558-1/-2-16, CCC GB4943.1, BSMI CNS14336-1, EAC TP TC 004_KC K60950-1 (for LRS-150-12 only), AS/NZS 62368.1 (by CB) approved				
	WITHSTAND VOLTAGE	I/P-O/P:4KVAC I/P-FG:2KVAC O/P-FG:1.25KVAC				
	ISOLATION RESISTANCE	I/P-O/P, I/P-FG, O/P-FG:100M Ohms / 500VDC / 25°C / 70% RH				
	EMC EMISSION	Compliance to EN55032 (CISPR32) Class B, EN55014, EN61000-3-2 Class A(≤75% Load), EN61000-3-3, GB/T 9254, BSMI CNS13438, EAC TP TC 020_KC KN32, KN35 (for LRS-150-12 only)				
	EMC IMMUNITY	Compliance to EN61000-4-2, 3.4, 5.6, 8, 11, EN61000-6-2 (EN50082-2), heavy industry level, criteria A, EAC TP TC 020_KC KN32, KN35 (for LRS-150-12 only)				
OTHERS	MTBF	601K hrs min. MIL-HDBK-217F (25°C)				
	DIMENSION	159*97*30mm (L*W*H)				
	PACKING	0.48Kg; 30pcs/15.4Kg/0.75CUFT				
NOTE	<p>1. All parameters NOT specially mentioned are measured at 230VAC input, rated load and 25°C of ambient temperature.</p> <p>2. Ripple &amp; noise are measured at 20MHz of bandwidth by using a 12" twisted pair-wire terminated with a 0.1uF &amp; 47uF parallel capacitor.</p> <p>3. Tolerance : includes set up tolerance, line regulation and load regulation.</p> <p>4. Line regulation is measured from low line to high line at rated load.</p> <p>5. Load regulation is measured from 0% to 100% rated load.</p> <p>6. Length of set up time is measured at cold first start. Turning ON/OFF the power supply very quickly may lead to increase of the set up time.</p> <p>7. The power supply is considered a component which will be installed into a final equipment. All the EMC tests are been executed by mounting the unit on a 360mm*360mm metal plate with 1mm of thickness. The final equipment must be re-confirmed that it still meets EMC directives. For guidance on how to perform these EMC tests, please refer to "EMI testing of component power supplies." (as available on <a href="http://www.meanwell.com">http://www.meanwell.com</a>)</p> <p>8. The ambient temperature derating of 5°C/100m is needed for operating altitude greater than 2000m (6500ft).</p>					