



Der neue LIF5000_2 vom 01.01.2007

1. Vorwort

Bisher hat mir der LIF5000 schon sehr viel Arbeit gemacht. Es wurde ein Konzept erstellt, welchem der Schaltplan und 2 Leiterplatten folgten. Die Schaltung wurde aufgebaut und in Betrieb gesetzt. Dabei haben sich einige Probleme gezeigt, über welche ich ja schon berichtet habe. Aus den gesammelten Erfahrungen und Erkenntnissen habe ich dann den LIF5000_2 designed. Das ist mein Hobby und somit macht mir die viele Arbeit nichts aus. Langsam und sicher soll daraus ein Empfänger werden und am Schluss möchte ich sagen können, dass ich dabei viel gelernt habe.

Um nicht beliebig viele Fehler zu machen, habe ich die meisten Schaltungsteile im LT-Spice-Simulator schon mal vorab getestet. So habe ich auch die Frage geklärt, ob die Weaver-Methode vielleicht doch besser wäre, als mein verwendetes Polyphasen-Netzwerk. Nachdem im Moment alle offenen Fragen bearbeitet sind, geht es nun wieder weiter. Es wurde ein geändertes Blockschaltbild, ein neuer Schaltplan und ein neues Layout erstellt. Alle diese Komponenten und ihre Änderungen gegenüber dem ersten LIF5000 werde ich nun in diesem Bericht vorstellen. Der Schaltplan vom LIF5000_2 steht separat als PDF-Datei zum Runterladen zur Verfügung.

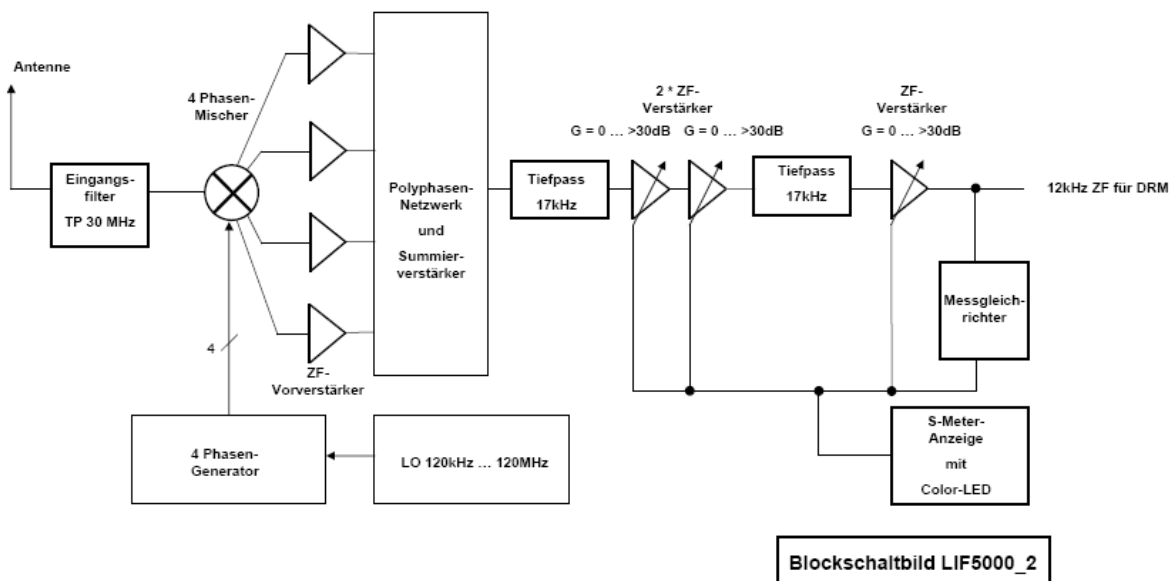


Abb 01 Bockschaltbild LIF5000_2



Werner Nitsche DL7MWN



2 Wesentliche Änderungen

Einige Änderungen sind durch Anregungen von Foren-Mitgliedern entstanden und andere Änderungen wurden durch die Erkenntnisse aus meiner ersten Schaltung notwendig. Beider Leiterplatten des LIF5000 wurden nun zusammen auf eine Leiterplatte layoutet. Dabei gewinnt man etwas Platz und billiger wird es auch.

2.1 Eingangsfiler und Vorverstärker

Auf der Leiterplatte des LIF5000_2 befindet sich direkt im Antenneneingang ein TP-Filter mit einer Grenzfrequenz von 30 MHz. Es hat 2 Aufgaben zu erfüllen. Es soll die starken UKW-Sender vom Schaltmischer fernhalten und die Oberwellen der digitalen Ansteuerung des Mixers zum Antenneneingang dämpfen. Der bisherige AGC-Vorverstärker entfällt. Das soll die Intermodulationsfestigkeit verbessern. Bandpässe für die Rundfunk- und AFU-Bänder sind im LIF5000_2 nicht vorgesehen. Im Moment ginge das am Thema vorbei. Solche Bandpässe mit zuschaltbarem Vorverstärker kann man auch für andere Empfänger in Form eines Preselektors gut brauchen und so denke ich, dass das ein Folgeprojekt werden könnte.

2.2 Schaltmischer

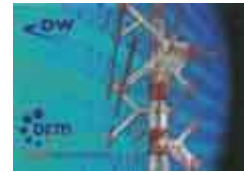
Der Schaltmischer selber hat sich nicht geändert, weil ich an ihm und seiner Funktion nichts auszusetzen hatte. Nur der 4 Phasen-ZF-Vorverstärker hat 3 Mehrwendelpotis bekommen. Damit hoffe ich, die Amplitudensymmetrie gut abgleichen zu können. Die 4 ZF-Vorverstärker arbeiten mit einem sehr rauscharmen AD8004. Dieser Verstärker hat ein Eigenrauschen von $1,5 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$. Und das ist sehr wenig.

2.3 4-Phasen-Generator

Der 4-Phasen-Generator ist vom Konzept her so geblieben, wie er war. Nur die extremen Störungen bis hin in den GHz-Bereich haben mich gestört. Die beste Lösung ist immer, wenn möglich, Störungen an der Quelle zu unterdrücken. Um das zu erreichen, habe ich einige Maßnahmen getroffen.

- a. Nun verwende ich Bausteine aus der LVX-Serie. Das hat folgende Vorteile:
 - Sie arbeiten mit 3 Volt.
 - Sie werden als „low noise“-Bausteine angeboten.
 - Trotzdem sind sie für eine Arbeitsfrequenz von $> 120 \text{ MHz}$ geeignet.
- b. LC-Filter in der Betriebsspannungszuführung der Digitalschaltung.
- c. Das Layout ist so ausgelegt, dass sich die Störungen vom Digitalteil nicht beliebig in alle Richtungen ausbreiten können.
- d. Die Stromzuführung zum 4-Phasengenerator ist sternförmig mit dem Rest der Platine verbunden.

Mögen die Elektronen gnädig sein und ihren Teil dazu beitragen, dass all diese Maßnahmen zur Reduzierung der Störungen führen.



Zusätzlich hat der 4-Phasen-Generator ein Mehrwendelpoti zur Symmetrierung des 4-Phasentaktes bekommen. Damit sollte man die 4-Phasensymmetrie gut einstellen können.

2.4 Polyphasen-Netzwerk

Eigentlich hat das alte Polyphasen-Netzwerk recht gut funktioniert. Nur die Gesamtdämpfung von ca. 20dB und das Rauschen der Widerstände haben mir nicht gefallen. Die Dämpfung bekommt man nicht ganz weg. Das habe ich im Simulator getestet. Aber nun hat das Polyphase-Netzwerk eine Filterstufe weniger. Das reicht auch noch, weil das zu erwartende Ergebnis immer noch besser ist als das zu erwartende Gesamtergebnis. Die Widerstände wurden niederohmiger dimensioniert. Auch dadurch wird das Rauschen reduziert und die erforderlichen Kondensatoren werden größer. Das hilft wiederum, die parasitären Kapazitäten in ihrer Wirkung abzuschwächen.

Network 1			Network 2		
nach DB1NV für DRM			nach DL7MWN, 10 nF für DRM		
Name:		Pole	Name:		Pole
R (kOhm)	C (nF)	freq.(Hz)	R (kOhm)	C (nF)	freq.(Hz)
3,9	2,2	18550	2,7	10	5895
5,6	2,2	12918	1,8	10	8842
8,2	2,2	8822	1,2	10	13263
12	2,2	6029	0,82	10	19409
		0			0
		0			0
		0			0
		0			0
		0			0
		0			0
		0			0
# Sections	4		# Sections	4	

Abb. 02 Parametrierung Polyphase-Netzwerk

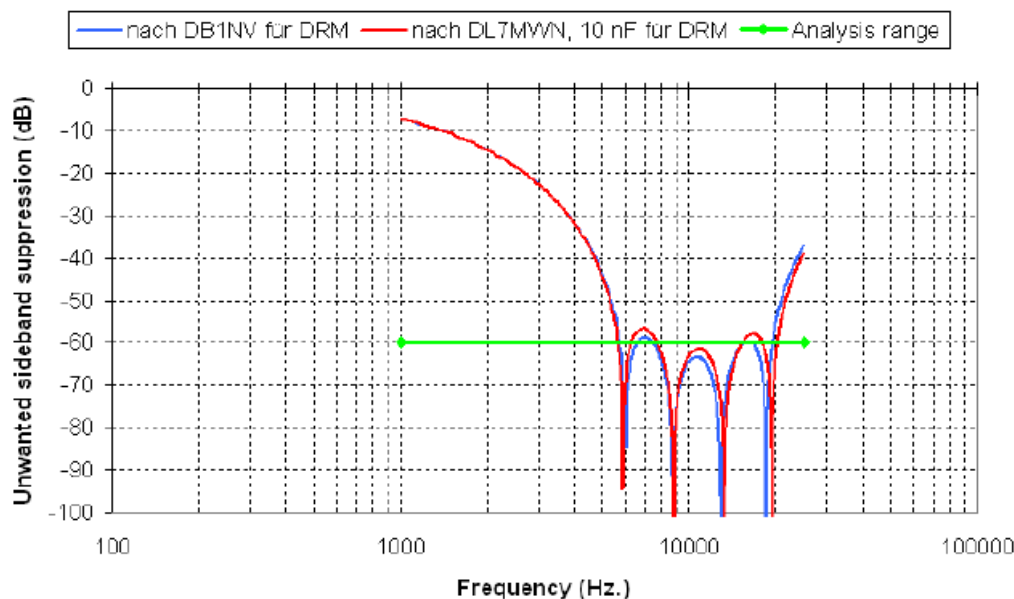


Abb. 03 Diagramm Seitenbandunterdrückung



Werner Nitsche DL7MWN



2.5 Summierverstärker und erster 19 kHz – Tiefpass

Auch der Summierverstärker hat nach einer kleinen Änderung in der alten Schaltung schon ganz gut funktioniert. Im LIF5000_2 kommt nun die bewährte Schaltung mit einem rauscharmen AD8004 zum Einsatz. Am Ausgang des Summierverstärkers ist dann bereits der erste 19kHz Tiefpass eingesetzt.

2.6 ZF-Bandpass + AGC

Nach dem Polyphase-Netzwerk muss nun endlich Verstärkung durch 2 AGC-Verstärkerstufen gemacht werden. Beide Verstärker haben jeweils 30 dB Dynamik und maximal 30dB Verstärkung. Anschließend kommen noch zwei weitere Tiefpassfilter mit einer oberen Grenzfrequenz von 19kHz. Zwischen den Stufen wurde die Kopplung als Hochpassfilter ausgelegt, sodass sich eine untere Grenzfrequenz von 7 kHz ergibt.

Diese Schaltung wurde mit einem LM6144 designed. Da die Signalpegel an dieser Stelle in der Schaltung nicht mehr so klein sind, dürfen hier nun auch weniger rauscharme Verstärker Verwendung finden. Der LM6144 ist ein „Voltage Feedback“ OPV. Der AD8004 ist dagegen ein „Current-Feedback“ OPV. Current-Feedback OPVs sind in ihrer Handhabung sehr viel kritischer und man muss auch beim Layout einiges berücksichtigen. Voltage Feedback OPVs so wie der LM6144 sind dagegen unproblematischer im Schaltungsdesign. Dafür haben die Current-Feedback OPVs viele andere Vorteile. So muss man beim Einsatz von OPVs immer schauen, dass man den bestmöglichen Kompromiss findet. Sollte sich der AD8004 aber in den ersten Stufen bewähren, dann kann er auch als rauscharmer AGC-Verstärker zum Einsatz kommen. Preislich liegen beide Verstärker sehr nahe beieinander.

OPV = Operationsverstärker

2.7 Regelschaltung und Messgleichrichter

In der folgenden Stufe wird noch einmal mit 30dB verstärkt und geregelt, sodass sich im LIF5000_2 insgesamt ca. 90 dB Regelumfang ergeben. Danach gelangt das ZF-Signal in einen Messgleichrichter. Bei einer ZF-Frequenz von 12 kHz kann man so etwas schon machen. Bei höheren Frequenzen ist das schon eher problematisch. Am Ausgang des Messgleichrichters wird noch einmal nachverstärkt, sodass sich eine Regelspannung ergibt, welche den gesamten Bereich von 5 Volt bei sehr kleinen Empfangspegeln und 0 Volt bei maximaler Aussteuerung ergibt. So passt das mit den AGC-Verstärkern gut zusammen. Die AGC-Verstärker sowie den Messgleichrichter habe ich im Simulator getestet und sie sollten auch in der Praxis funktionieren.



2.8 S-Meter

Der S-Meter-Ausgang ist neu hinzugekommen und ist nur in der Simulation getestet worden. Praktische Erfahrungen damit liegen noch nicht vor und können dann gesammelt werden, wenn die Platine da und bestückt ist. Die Leiterplatte von LIF5000_2 hat 2 unterschiedliche S-Meter-Ausgänge. Zunächst gibt es da einen herkömmlichen Analogausgang, der von der Regelspannung über einen Widerstand abgeleitet wird. Da könnte man ein Zeigerinstrument anschließen.

Aber weil man in der Praxis an den Frontplatten meist nur wenig Platz für Zeigerinstrumente hat, habe ich mir vor Jahren schon mal was ganz anderes überlegt. Ein S-Meter mit einer farbigen LED. In jüngster Zeit habe ich schon gelesen, dass andere OMs dieselbe Idee hatten und nun wird es wirklich höchste Zeit, so ein S-Meter mal aufzubauen.

Als S-Meter-Indikator nehme ich eine RGB-LED her. Ich stelle mir das so vor, dass die LED bei S0 nur ganz stark rot leuchtet. Bei S9 leuchtet sie dann nur ganz stark grün. Bei S-Werten über S9 leuchtet sie dann nur blau. Bei S-Werten zwischen S0 und S9 erzeugt sie Mischfarben von rot über orange und gelb bis hin zum Grün. Ich bin wirklich gespannt, ob das so funktioniert und was das für ein Gefühl sein wird, mit einem „farbigen S-Meter“ zu arbeiten.

3 Schaltplan

Der Schaltplan besteht aus 6 Seiten DIN-A4-Blättern (gezeichnet auf DIN-A3). Der Schaltplan ist zu groß und nicht geeignet, hier mit eingebunden zu werden. So habe ich den Schaltplan als PDF-Datei extra zugänglich gemacht. Der Name des Schaltplans ist LIF5000_2.pdf.



4 Layout

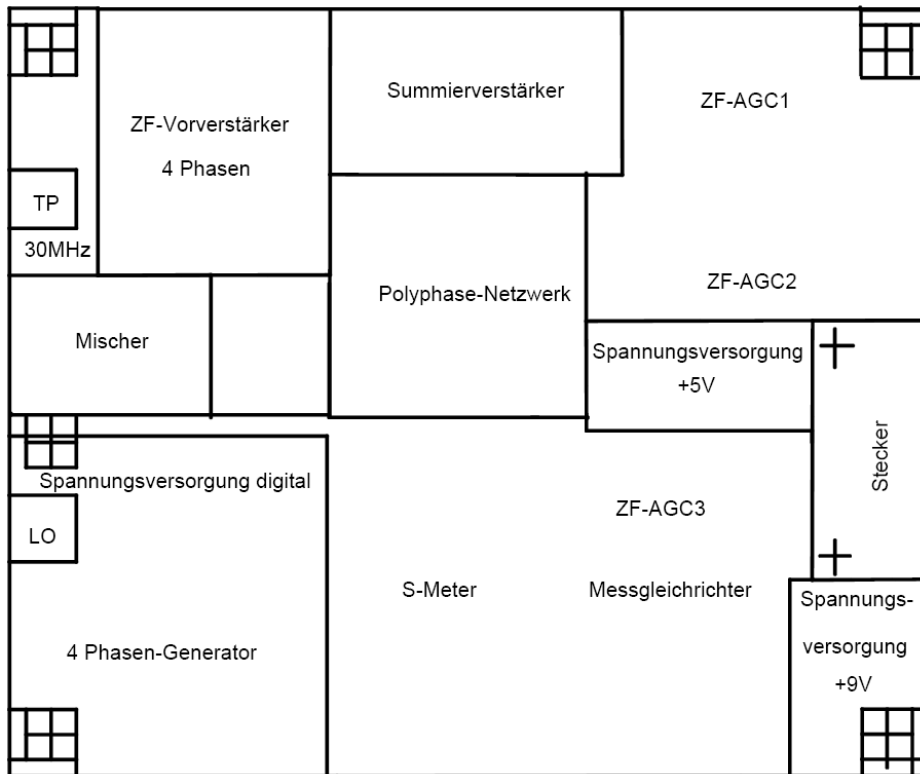


Abb. 04 Platzeinteilung neue Leiterplatte LIF5000_2

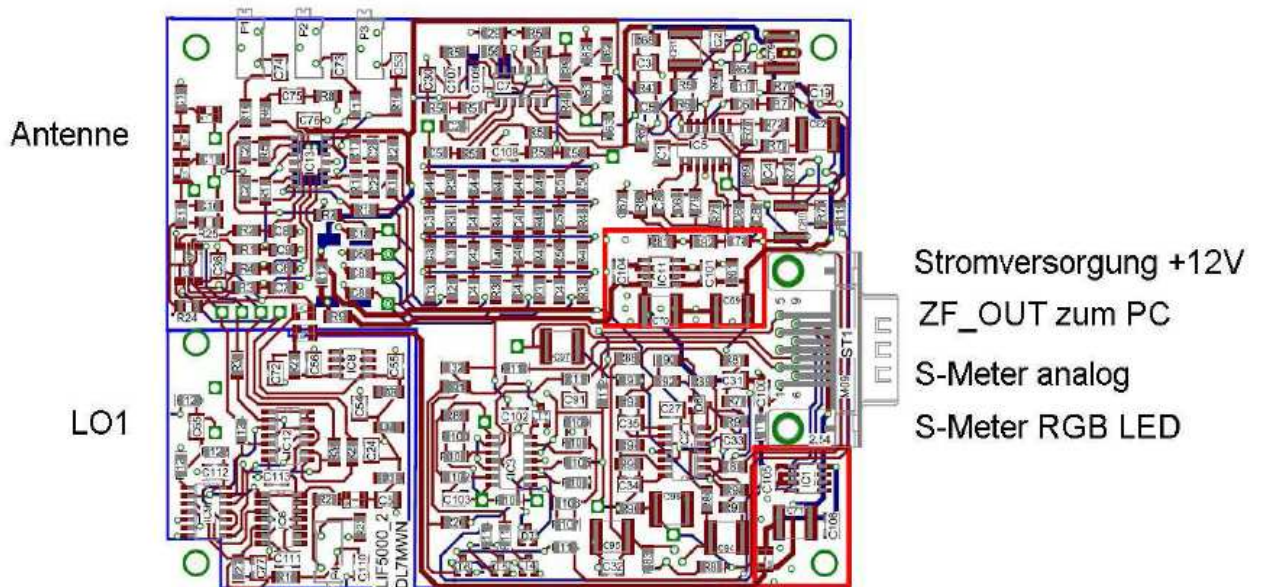


Abb. 05 Leiterplatte LIF5000_2



Werner Nitsche DL7MWN



Das Layout besteht nun aus einer Platine mit den Abmessungen 110x92 mm. Die Platine passt dann gerade noch in 2 Alu-Gehäuse wie bisher, wenn man diese zusammen schraubt und die Zwischenwand für die Leiterplatte ausbricht. Das ist keine wirklich gute Lösung, aber in diesen Abmessungen wird es mit Kaufteilen zu einem erträglichen Preis schon etwas schwierig.

Nachdem aber auch noch der LO (evtl. ein DDS und eine AVR-CPU mit einem Display) dazukommt, muss die endgültige Platine sowieso noch einmal neu layoutet werden. Und erst dann sollte man an eine wirklich gute Lösung mit einem käuflichen Gehäuse denken. Da die Gesamtabmessungen noch nicht feststehen, ist es zu früh, darüber nachzudenken.

Aber wenn jemand eine gute Idee hat, wie man das alles preisgünstig in ein HF-dichtes Gehäuse integrieren kann, dann wäre es schön, wenn ich eine Info bekäme. Das würde mir sehr helfen.

5. Schlusswort

So, das war es für heute wieder mal. Die Leiterplatte wurde nochmals überprüft und ist nun beim Leiterplattenhersteller. Mitte Januar werde ich dann die fertige, unbestückte Leiterplatte haben. Auch die Bauteilbeschaffung ist abgeschlossen. Die Bestellung bei Digi-Key ist auch schon raus. Mal sehen, welche Erfahrungen ich mit Digi-Key sammeln kann. Viele Bauteile habe ich schon. Es fehlen aber noch ein paar neue Bauteile, die beim LIF5000_2 dazugekommen sind. Die habe ich aber nun auch schon bei Reichelt bestellt.

Natürlich freue ich mich auch wieder auf sachliche Kritik und Anregungen von Euch. Habt Ihr Erfahrung in der einen oder anderen Angelegenheit und würdet Ihr etwas grundsätzlich anders machen? Und warum? Das würde mich natürlich auch interessieren. Also schreibt mir entweder im QRP-Forum oder direkt an meine E-Mail-Adresse, wie bisher.

Meine E-Mail-Adresse lautet:
werner.nitsche@gmx.de

Euer Werner, DL7MWN