

# 1,536 Mbit/s Duplex Modem für den DLC7

## 1 Einleitung

Zur Realisierung schneller Linkstrecken für Packet Radio eignet sich insbesondere das 3cm Amateurfunkband. In diesem Band sind zwei 100 MHz Bereiche mit 250 MHz Duplex Abstand sowie ein 50 MHz Simplex Bereich der z. B. für Userzugänge benutzt werden kann, zugewiesen. Das Kanalaraster beträgt 10 MHz, so dass Datenraten im Mbit/s Bereich möglich sind.

Die notwendigen Sender und Empfänger für den 10 GHz Bereich sind bereits als Bausätze oder Fertigeräte für FM-ATV Betrieb verfügbar und können ohne grosse Modifikationen für die Datenübertragung eingesetzt werden.

## 2 Modem

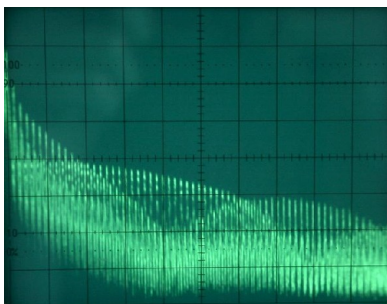
Ein passendes Modem für 1,536 Mbit/s wird im folgenden als Bauvorschlag beschrieben. Ein Schaltbild ist im Anhang zu finden.

### 2.1 Datenkodierung

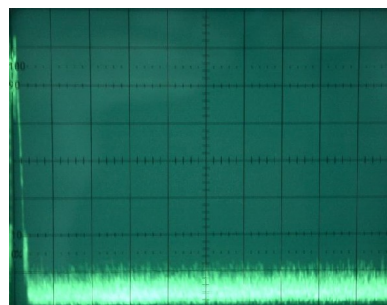
Für dieses Modem eignet sich die Biphase- und Manchester-Kodierung. Diese haben den Vorteil, das mindestens ein Pegelwechsel pro Bit erfolgt und deshalb *kein* Scrambler notwendig ist, der für ausreichende Pegelwechsel sorgt, um die Taktregenerierung zu ermöglichen. Es sind weder ein Gleichanteil noch niedrige Frequenzanteile im Signal enthalten, so dass keine Übertragungsprobleme bei AC-Kopplung im Gegensatz zur NRZ/NRZI Kodierung auftreten. Der Nachteil der doppelten Bandbreite gegenüber einem NRZ oder NRZI kodierten Signal ist bei einer Kanalbreite vom 10 MHz nicht störend. Ein S/N Verlust von 3 dB muss jedoch in Kauf genommen werden. Es empfiehlt sich, die Biphase 0 oder Biphase 1 Kodierung zu verwenden, da die Datenbits differenziell kodiert sind und somit unabhängig von der absoluten Pegellage sind. Im Gegensatz dazu kann ein Manchester kodiertes Signal nur in der Originallage dekodiert werden, nicht jedoch in der invertierten Lage. Mittels Jumper K3 können die Empfangsdaten allerdings invertiert werden.

### 2.2 Modulator

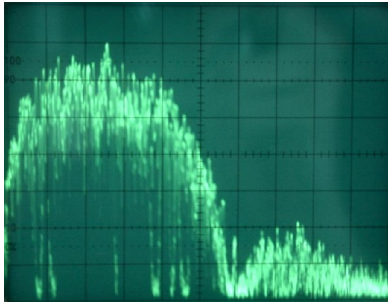
Der Modulator besteht aus einem Puffer für das Sende-Datensignal des DLC7 und einem Tiefpass 7. Ordnung zur Filterung der digitalen Daten. Die Filterung begrenzt dieses Basisbandsignal bei einer Absenkung von 40dB auf 3 MHz bei einer Absenkung grösser 60dB auf 5 MHz. Das die Filterung notwendig ist, zeigen die beiden folgenden Bilder, vor und nach dem Filter gemessen:



TX-Spektrum **vor** dem Filter 0...200 MHz

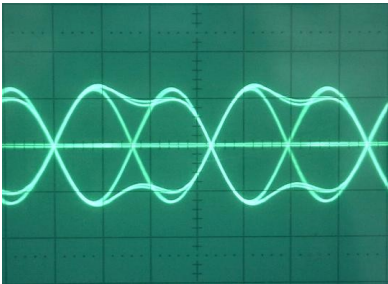


TX-Spektrum **nach** dem Filter 0...200 MHz, 10dB/div



Gefiltertes TX-Spektrum 0...5 MHz, 10dB/div

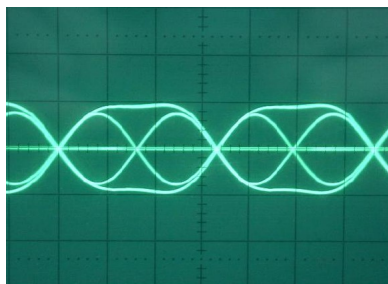
In der Detailansicht des Basisbandspektrums ist gut zu erkennen, dass niedrige Frequenzanteile nicht vorhanden sind, als auch Frequenzanteile grösser 3 MHz gut unterdrückt werden.



Das TX-Signal am Ausgang des Filters hat eine Amplitude von ca.  $1,3 V_{ss}$  an 50 Ohm und kann direkt einen Sender modulieren (Ggf. müssen R4 und R5 angepasst werden). Alternativ kann auch ein 50 Ohm Koaxialkabel an den Filterausgang angeschlossen werden (R4 und R5 müssen entfernt werden und das Kabel muss am Ende mit 50 Ohm abgeschlossen werden). Die Pegelanpassung sollte direkt am Sender durchgeführt werden. In jedem Fall muss darauf geachtet werden, dass der Filter mit 50 Ohm abgeschlossen wird!

## 2.3 Demodulator

Der Demodulator besteht aus einem (einstellbaren) RC Tiefpass sowie einem AC gekoppelten Komparator. Als Komparator wurde das PLL-IC 74HC4046 ausgewählt. Der nicht benötigte VCO des IC ist deaktiviert. Das IC verstärkt und begrenzt das Empfangssignal, das im Bereich von ca.  $100 \text{ mV}_{ss} \dots 2 V_{ss}$  liegen sollte. Das Ausgangssignal kann mit dem Jumper K3 invertiert werden.



Nebenstehendes Augendiagramm zeigt das RX-Signal nach dem RC-Tiefpass, dessen 3dB Grenzfrequenz auf etwa 1,5 MHz eingestellt wurde (entsprechend der Datenrate). Hier ist gut zu erkennen, das nach jedem Bit (entsprechend etwa 3,3 Kästchen) ein Signalwechsel erfolgt. Erfolgt zusätzlich *innerhalb* des Bits ein Signalwechsel, wird ein Null-Bit übertragen, ansonsten ein Eins-Bit (bezogen auf Biphas 0 Kodierung). Mittels des Trimmers kann der Tiefpass je nach Übertragungssystem optimal eingestellt werden. Das Oszilloskop sollte mit RX Clock (RXC)

K4 getriggert werden. Da RXC durch die 16 fache DPLL generiert wird, wird ggf. der horizontale Phasenjitter durch Taktkorrekturen erkennbar. *Hinweis: die hor. Linie gehört nicht zum Signal.*

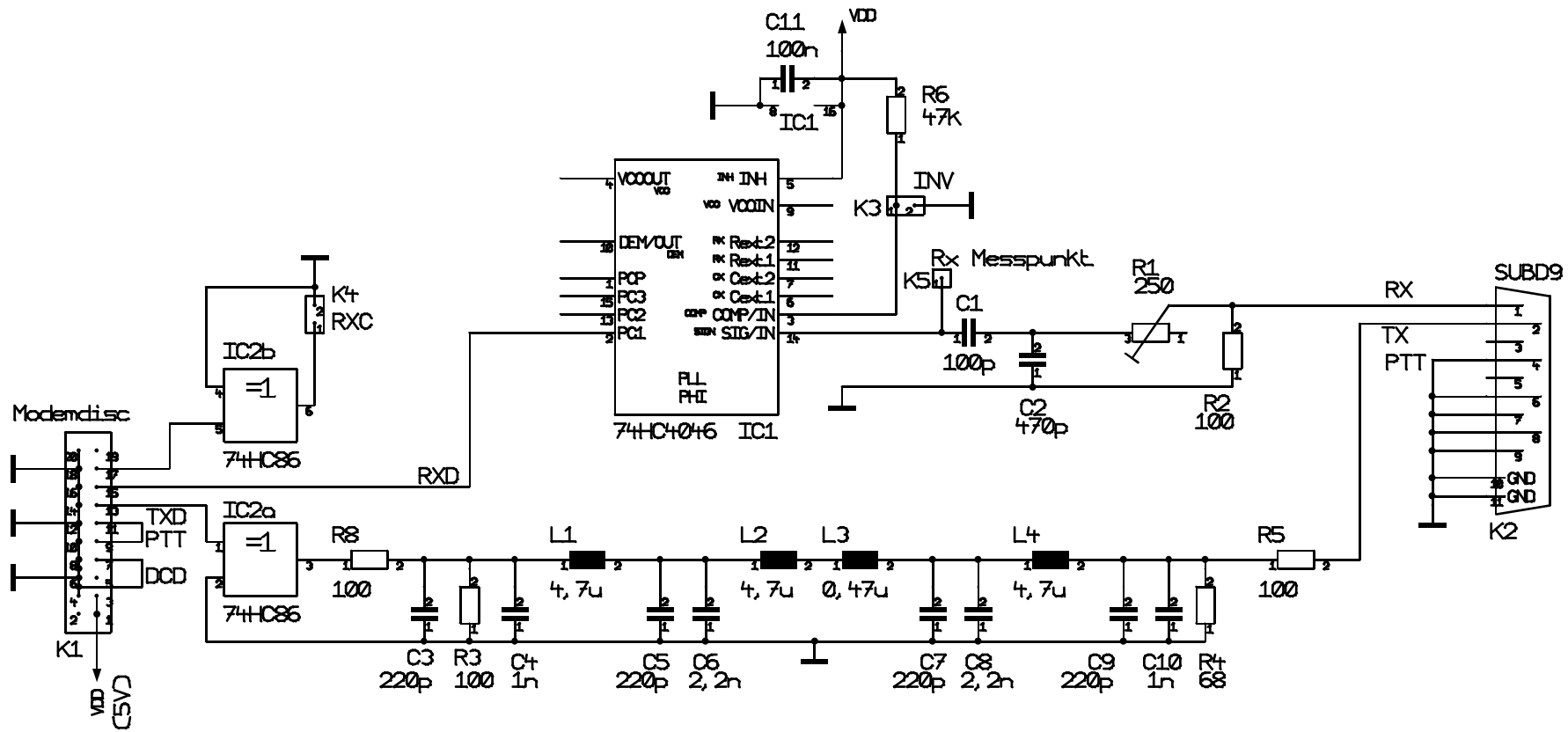
## 3 Aufbau

Der Aufbau sollte auf einer HF-tauglichen Lochrasterplatine erfolgen, deren Oberseite eine zusammenhängende Massefläche bietet. Bei den Drosseln handelt es sich um axiale SMCC Typen, bei den Kondensatoren um keramische Vielschicht Typen (NP0 bzw. COG). Auf eine gute Entkopplung zwischen dem Digitalteil und dem Analogteil der Schaltung ist zu achten. Die ICs sollten möglichst nahe dem 20 poligen Pfostenstecker platziert werden.

## 4 Einstellungen am DLC7

Am DLC7(Link) müssen mindestens folgende Einstellungen vorgenommen werden:

Mode:           Biphase 0: 4, Biphase 1: 8, Manchester: 12  
 Baud:           1536000  
 Duplex:         255



Maßstab	107,49%	Datei	DLC7 MANCHESTERL T2001	Zeichner		Blatt	1/1
Anderung	27.03.07 16:28	Titel		DLC7 Manchester/Biphase			
Ausgabe	28.03.07 17:09	Ausgabe		1,536Mbit/s Duplex Modem			
Firma	ntg	Projekt		dlc7			