DATV-Baugruppen der AGAF e.V.

entwickelt an der

Bergischen Universität Wuppertal

unterstützt von

AGAF e.V. und DARC e.V.

Anleitung zur Inbetriebnahme

Herbst 2004

Version 1

1. Einleitung, Grundkonzept

Die DATV-Baugruppen der AGAF e.V. werden als Bausatz geliefert. Sie sollen den OM in die Lage versetzen, schnell in DATV QRV zu werden. Zur Inbetriebnahme sind nur wenige eigene Arbeiten nötig.
Die Boards haben die Europa Abmessungen 160 mm x 100 mm und passen in 19“ Einschubgehäuse können aber auch mit Abstandsbolzen auf einer Platte montiert werden.
Die Baugruppen bilden die Grundlage für eine größere DATV-Station. Das mit Bild- und Tonsignalen digital modulierte HF-Signal wird auf 70 cm (434 MHz) aufbereitet; für Experimentierzwecke kann zwischen mehreren digitalen Modulationsarten und Datenraten umgeschaltet werden.

Das erzeugte HF-Signal kann nach entsprechender Leistungsverstärkung direkt auf 70 cm abgestrahlt werden, sofern die behördlich zugestandene Maximalbandbreite nicht überschritten wird. Über entsprechende Up-Converter ist auch ein Sendebetrieb auf den GHz-Bändern möglich. Die Baugruppen können alle digitalen Modulationsarten außer OFDM (DVB-T) erzeugen. Für den Amateur besonders interessant sind zur Zeit die Verfahren QPSK und GMSK.

QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) findet beim digitalen Satellitenfernsehen im DVB-S Standard Anwendung. Zum Empfang sind die inzwischen außerordentlich preisgünstigen DVB-S Set-Top-Boxen geeignet. Diese sind direkt auf Frequenzen im 23 cm Band abstimmbar und erledigen die Fehlerschutz- und die MPEG-Decodierung. DVB-S-Sendungen auf anderen Amateurbändern sind mit einem der Box vorgeschalteten Umsetzer möglich.

Ein wesentlicher Nachteil der QPSK-Modulation liegt in der Notwendigkeit einer linearen Verstärkung. Die dem Signal anhaftende unerwünschte Amplitudenmodulation ist bei nichtlinearer Verstärkung die Ursache für eine deutliche Verbreiterung des Signalspektrums; andere Amateurfunkdienste in der Nähe des eigentlichen DATV-Kanals könnten somit gestört werden.

Die digitale Satelliten Set-Top-Box besitzt keinen Echo-Equalizer; dadurch können bei terrestrischen Übertragungen im Prinzip Störungen durch Reflexionen auftreten. Ausgedehnte Feldversuche bei DB0KO und Vorführungen während der HAM-Radio haben aber gezeigt, dass das Echoproblem durch stark bündelnde Antennen in den meisten Fällen beherrschbar ist.

GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying) hat sich im Mobilfunk bewährt. Das Spektrum hat eine konstante Hüllkurve und verbreitert sich daher bei nichtlinearer Verstärkung nicht (FM-ähnliches Verhalten). Bisher für FM-ATV eingesetzte nichtlineare Endstufen mit hohem Wirkungsgrad sind für GMSK bestens geeignet.

Der Nachteil besteht in der Notwendigkeit eines speziellen GMSK-Empfängers. Ein solcher Empfänger wurde entwickelt und läuft als Prototype. Die ersten Feldversuche haben im DX-Betrieb (> 100 km) die Vorteile der GMSK deutlich gemacht.

2. Inbetriebnahme

Der gelieferte Bausatz besteht aus zwei Platinen, dem MPEG Encoder und dem Exciter. Vor dem ersten Anlegen der Signalleitungen und der Betriebsspannungen sollte die gesamte Anleitung zur besseren Orientierung gelesen werden.

2.1 DATV-MPEG Encoder Board (Fig. 1)

Analoge Signaleingänge:

- FBAS (CVBS): PAL / NTSC
- Y / C
- Audio rechts
- Audio links

Digitale Signalausgänge

- MPEG Transportstrom: Steckerleiste JP1 (PECL)
- MPEG Transportstrom: Steckerleiste JP2 (PECL)

Betriebsspannung: 12 V DC (ca. 11 V bis 14 V), stabilisiert und gegen Impulsspitzen entkoppelt

- + 12 V an JP1
- GND an JP2

  an die mitgelieferten Stecker können Kabel für die Spannungszuführung angelötet werden, es ist eine Schutzschaltung gegen Verpolen eingebaut.

- niedrigere Betriebsspannungen werden über Spannungsregler aus 12 V abgeleitet und über Jumper den entsprechenden Schaltungsteilen zugeführt.

  - + 5 V (Linearregler): JP4
  - + 1,8 V (Schaltregler): JP3
  - + 3,3 V (Schaltregler): JP10

Die angegebenen Ströme sind Richtwerte, die aktuellen Ströme hängen vom jeweils eingestellten Betriebszustand ab. Bei Lieferung sind diese Jumper gesteckt.

Betriebseinstellungen:

Die Auswahl des Videoeingangssignals (PAL oder NTSC, FBAS oder Y/C), sowie die Einstellung der Bitrate des Elementarstroms und der Bitrate des Transportstroms erfolgt über Jumper.
Diese Jumper können auch durch entsprechende Stecker, die über verdrillte Leitungen mit Kippschalter verbunden sind, ersetzt werden; somit sind die Einstellungen auf der Frontplatte eines geschlossenen Gehäuses möglich.

Die Positionen der Jumper gelten für die bei Lieferung geladene Software Version 1. Die Jumperpositionen bei Lieferung sind mit (standard) gekennzeichnet.

Zum Betrieb muss ein Jumper in Position 3 der Jumperleiste JP6 gesteckt sein.

Auswahl des analogen Videosignals und die Einstellung der Bitrate des Elementarstroms

Jumperleiste JP5 X: Jumper gesetzt 0: Jumper nicht gesetzt

Position	Jumper	Funktion	Bemerkungen
8	0	NTSC	
8	X	PAL	(standard)
7	0	Y/C	
7	X	FBAS (CVBS)	

Datenrate des Elementarstroms

6 5	0 0	1,5 MBit/s	
6 5	0 X	3,0 MBit/s	
6 5	X 0	4,5 MBit/s	
6 5	X X	6,0 MBit/s	(standard)

Einstellung der Datenrate des Transportstroms

Jumperleiste JP9: es ist jeweils nur ein Jumper in der Leiste gesetzt

Position:	1	2	3	4	5	6
Datenrate des Transportstroms: MBit/s	27	13,5	6,75 (standard)	3,375	1,6875	optionale externe Clock (rechter Pin)

Die Transportstromrate muss größer als die Elementarstromrate sein; die Differenz wird automatisch mit Nullpacketen aufgefüllt.

Nach dem Anlegen der Betriebsspannung wird das MPEG- Encoder IC MB86391 entsprechend der Jumperstellungen über den Mikrocontroller MB90F591 programmiert. Bei der Software Version 1 dauert dieser Vorgang etwa 10 Sekunden, die rote LED1 blinkt 10 mal und erlischt dann. Je nach Wahl des analogen Eingangssignals leuchtet die grüne LED2 (Y/C) oder die grüne LED3 (PAL/NTSC) dauerhaft und zeigt die Betriebsbereitschaft des MPEG Encoders an.

Bei der Software Version 1 kann es gelegentlich vorkommen, dass der Startvorgang fehltschlägt, dies äussert sich darin, dass die rote LED1 nicht blinkt, sondern dauerhaft leuchtet.
Abhilfe schafft ein kurzes Wegnehmen und Wiederanlegen der 12 V Betriebsspannung, dadurch wird der Startvorgang erneut eingeleitet.
Nach jeder **Änderung der Jumper** muss der Startvorgang durch kurzes Wegnehmen und Wiederanlegen der 12 V Betriebsspannung erneut eingeleitet werden.

2.2 DATV – Exciter (Fig. 2)

Signaleingang: MPEG-Transportstrom an Leiste J2 (PECL)

Signalausgänge: SMA - Buchse

- RF out 434 MHz
- IF out 44 MHz
- LO out 478 MHz

Die Übertragung des MPEG Transportstroms vom MPEG Encoder (z. B. von Leiste J1) zum Exciter (Leiste J2) erfolgt über die mitgelieferte Flachbandkabelverbindung.
Hierbei korrespondieren der jeweilige Pin 1 (schwarzes Quadrat) von MPEG Encoder Ausgang und Exciter Eingang.
Die Stecker des Flachbandkabels müssen jeweils so gesteckt werden, dass die farbig gekennzeichnete Leitung auf beiden Seiten am Pin 1 anliegt.

Warnung: der Transportstromeingang des Exciters ist spannungsempfindlich, höhere Spannungen als 3,3 V können den FPGA zerstören; daher keine Standard TTL-Signale anlegen und auch keinen PC Ausgang anschließen.
Es ist darauf zu achten, dass an den RF out Ausgang angeschlossene Verstärker nicht schwingen; der Ausgangsverstärker des Exciters könnte zerstört werden.

Betriebsspannung: 12 V DC (ca. 11 V bis 14 V), stabilisiert und gegen Impulsspitzen entkoppelt

- + 12 V an JP1
- GND an JP2

- an die mitgelieferten Stecker können Kabel für die Spannungszuführung
- angelötet werden, es ist eine Schutzschaltung gegen Verpolung eingebaut.

- niedrigere Betriebsspannungen werden über Spannungsregler aus 12 V abgeleitet und über Jumper den entsprechenden Schaltungsteilen zugeführt.

- + 7,5 V (Linearregler): JP3
- + 3,3 V (Schaltregler) : JP4
- + 1,5 V (Schaltregler) : JP5

Die angegebenen Ströme sind Richtwerte, die aktuellen Ströme hängen vom jeweils eingestellten Betriebszustand ab. Bei Lieferung sind diese Jumper gesteckt.

Betriebseinstellungen:

Die Auswahl der digitalen Modulationsart, der Sendedaten- bzw. der Sendesymbolrate sowie der FEC (Forward Error Correction) erfolgt über Jumper oder entsprechend verbundene Schalter auf der Gerätefrontplatte.

Die Positionen der Jumper gelten für die bei Lieferung geladene Software Version 1.

Zur Einstellung der unterschiedlichen Sendemodi wird nur die Jumperleiste JP7 benötigt. X: Jumper gesetzt 0: Jumper nicht gesetzt (Standard) kennzeichnet die Einstellung bei Lieferung

Position	Jumper	Funktion
1	0	GMSK 2 MBit/s, QPSK 4,167 MSymb/s (standard)
1	X	GMSK 5 MBit/s, QPSK 7,5 MSymb/s
2	0	GMSK
2	X	QPSK (standard)

	Forward Error Correction					
	1/2	2/3	3/4	5/6	6/7	7/8 (standard)
3	0	X	0	0	X	0
4	0	0	X	0	0	X
5	0	0	0	X	X	X

Die Exciter Datenrate muss immer höher eingestellt werden als die Datenrate des Transportstroms des MPEG-Encoders.
Im FPGA wird der MPEG Transportstrom zunächst wieder aufgespalten, es werden Nullpackete entsprechend der höheren Sendedatenrate sowie der eingestellte FEC eingefügt.
Die digitale Modulation, bei Software Version 1 GMSK und QPSK, wird digital auf 44 MHz mit 125 MHz Clock und 14 Bit Auflösung erzeugt.

Der D/A-Wandler liefert das analoge IF-Signal als zwei Gegentakt Signalströme, die einem Transformator in der IF/RF-Aufbereitung (Fig.3) zugeführt werden. Das RF-Power Adjust Potentiometer wirkt auf den Analogausgang des D/A-Wandlers. Es ist bei Lieferung so eingestellt, dass am RF-out Ausgang auf 434 MHz ca. 0 dBm bei QPSK und ca. 10 dBm bei GMSK anstehen.

Der IF-Signal und das LO-Signal steht jeweils abgeschwächt für eigene Experimente zur Verfügung.

Die in Fig.2 schattiert dargestellten optionalen Anschlüsse werden für im Rahmen der laufenden Weiterentwicklung entstehenden zusätzlichen Funktionen verwendet.

2.3 Erläuterung zur Einstellung der Datenraten in MPEG Encoder und Exciter für den Lieferzustand (standard Einstellung):

Die Datenrate des Elementarstroms bestimmt die maximal mögliche Bildwiedergabequalität beim Empfang. Mit 6,0 MBit/s entspricht die Bildqualität ungefähr der des digitalen Rundfunkfernsehens. Die Datenrate des Transportstroms ist auf 6,75 MBit/s eingestellt; die Differenz zur Datenrate des Elementarstroms wird durch die Datenrate des Mono- bzw. Stereotonsignals und durch Nullpackete aufgefüllt. Der Exciter übernimmt den Transportstrom des MPEG Encoders asynchron, fügt den FEC (standard 7/8) und weitere Nullpakete hinzu; es ensteht eine Gesamtdatenrate von 8,334 MBit/s. Bei der QPSK bilden 2 Bit ein Symbol; es ergibt sich eine Symbolrate von 4,167 MSymb/s. (bei GMSK bildet ein Bit ein Symbol, folglich sind hier Datenrate und Symbolrate gleich)

3. Einstellungen der DVB-S Set-Top Box bei Standard-Betrieb, Lieferzustand

Die DVB-S Set-Top Box empfängt das QPSK-modulierte DATV-Signal direkt auf 23 cm im Bereich zwischen 1240 MHz und 1300 MHz auf den für ATV vorgesehenen Frequenzen oder das DATV-Signal wird aus einem anderen Amateurfunkband nach 23 cm umgesetzt.
Frequenzeinstellung der DVB-S Set-Top Box:
Frequenz im 23 cm Band + 10600 MHz (LO Frequenz im LNB)
(Beispiel: 1255 MHz + 10600 MHz = 11855 MHz (einzustellende Frequenz)

Symbolrate:	4167
Video-PID :	33 (dezimal)
Audio-PID:	49 (dezimal)

4. Weitere Entwicklungen

4.1 70cm/23cm Up-Converter

- Entwicklung abgeschlossen
- 50 Boards mit SMD RLC Komponenten, Halbleiter und Mischer wurden produziert, Auskunft über Bezug: AGAF e.V.
- Sammelbestellung für Helical-Filter, Weissblechgehäuse und SMA Buchsen: siehe DATV Forum von DD1KU
- Schaltung und Printinformation: www.datv-agaf.de

4.2 70cm/13cm Up-Converter

- Entwicklung abgeschlossen, Prototyp funktioniert
- Kleine Produktion von Boards in Vorbereitung
- Schaltung und Printinformation: www.datv-agaf.de

4.3 70cm GMSK-Empfänger bestehend aus

- RF/IF Board (2.5 MHz und 6 MHz IF-Bandbreite)
- Board zur digitalen GMSK Decodierung und Re-Modulation in DVB-S auf 1100 MHz zum Anschluss einer DVB-S Set-Top Box und parallelem, digitalem MPEG Transportstromausgang zum Anschluss eines MPEG Decoders
- Prototype funktioniert, DATV DX Versuche grösser 100 km durchgeführt
- kleine Produktion in Vorbereitung

4.4 MPEG Decoder Board

- erster Prototyp fertiggestellt, befindet sich in Testphase

4.5 70cm Vorsatz für DVB-S Set-Top Box

- Empfang von Schmalband DATV QPSK-Signalen auf 70cm
- Prototyp funktioniert
- kleine Produktion in Vorbereitung

4.6 23cm/70cm Down-Converter

- erster Prototyp in Testphase

4.7 Festplattenrecorder zum Anschluss an den DATV Exciter

- Standard PC Festplatte an optionalem HDD Interface
- Steuerung durch PC mit Bedienoberfläche über PC Parallel Port
- Aufnahme und Wiedergabe (Sendung von Festplatte) funktioniert
- Weitere Arbeiten zur benutzerfreundlichen Bedienung laufen

4.8 Byte-Blaster II

- Hardware zum Laden des Betriebsprogramms vom PC in den DATV-Exciter
- Prototype funktioniert
- kleine Produktion in Vorbereitung

4.9 Software Version 2 für MPEG-Encoder

- Startphase kürzer als 5 Sekunden
- Watchdog, der bei Fehlfunktion in der Startphase oder bei Fehlfunktion im Betrieb aufgrund externer Störungen den Startvorgang erneut einleitet

- feinstufigere Einstellung der Elementar- und Transportstrom Datenrate (Schrittweite 0,5 MBit/s)
- automatisches Erkennen, an welchem Analogeingang ein gültiges Videosignal anliegt und dessen Durchschaltung
- Übertragung der Software Version 2 über das Internet und Laden in MPEG – Encoder erfolgreich verlaufen
- Software Version 2 wird von www.datv-agaf.de herunterladbar sein
- Beschreibung mit teilweise veränderter Bedeutung der Jumperpositionen in Vorbereitung

4.10 Software Version 2 für DATV-Exciter

- diese Software enthält mehr Tabellen, sodass praktisch alle Set-Top Boxen zum QPSK Empfang eingesetzt werden können.
- die Softwareversion 2 wurde ebenfalls über das Internet verschickt und mit dem Byte-Blaster II in das Exciter Board geladen
- Software Version 2 wird von www.datv-agaf.de herunterladbar sein
- Beschreibung in Vorbereitung

4.11 Software für geringere Sendebandbreite

Es wird Software für eine geringere Datenrate entwickelt, die insbesondere Möglichkeiten für eine für 70 cm interessante RF-Bandbreite von 1 MHz und 2 MHz für QPSK erlaubt.

4.12 OFDM Exciter für DVB-T

Ein solcher Exciter wurde gebaut und im Feldversuch erfolgreich erprobt (siehe auch www.datv-agaf.de)
Es wird eine preiswertere Version für DATV entwickelt.

Bemerkung:

- die Fertigstellung der Projekte hängt in starken Masse von der verfügbaren Zeit der beteiligten Amateure und anderer Mitarbeiter ab
- die Durchführung von Kleinserien hängt außerdem von der Finanzierung ab

5. Entwicklungsarbeit und beteiligte OM

Die Entwicklung der DATV Baugruppen, deren Produktion, Abgleich und Versand sowie der unter 4. aufgeführten weiterführenden Projekte wurde und wird von Studenten , wissenschaftlichen Mitarbeitern des Lehrstuhls für Nachrichtentechnik der Bergischen Universität Wuppertal und einer Reihe dem Lehrstuhl und dem DATV Projekt ideell verbundenen OM geleistet.
Dies sind Hans, DJ8VR (sk); Rudolf, DJ3DY; Willi, DC5QC; Klaus, DL4KCK; Heinz, DC6MR; Stephan, DM1SM; Adnan El-Bardawil (noch unlis); Uwe, DJ8DW

Die DATV Baugruppen wurden im Rahmen eines offiziellen
Kooperationsvertrags zwischen der Bergischen Universität Wuppertal
und der AGAF e.V. mit ideeller Unterstützung des DARC e.V.entwickelt und produziert.

6. Hilfe bei eventuellen Problemen

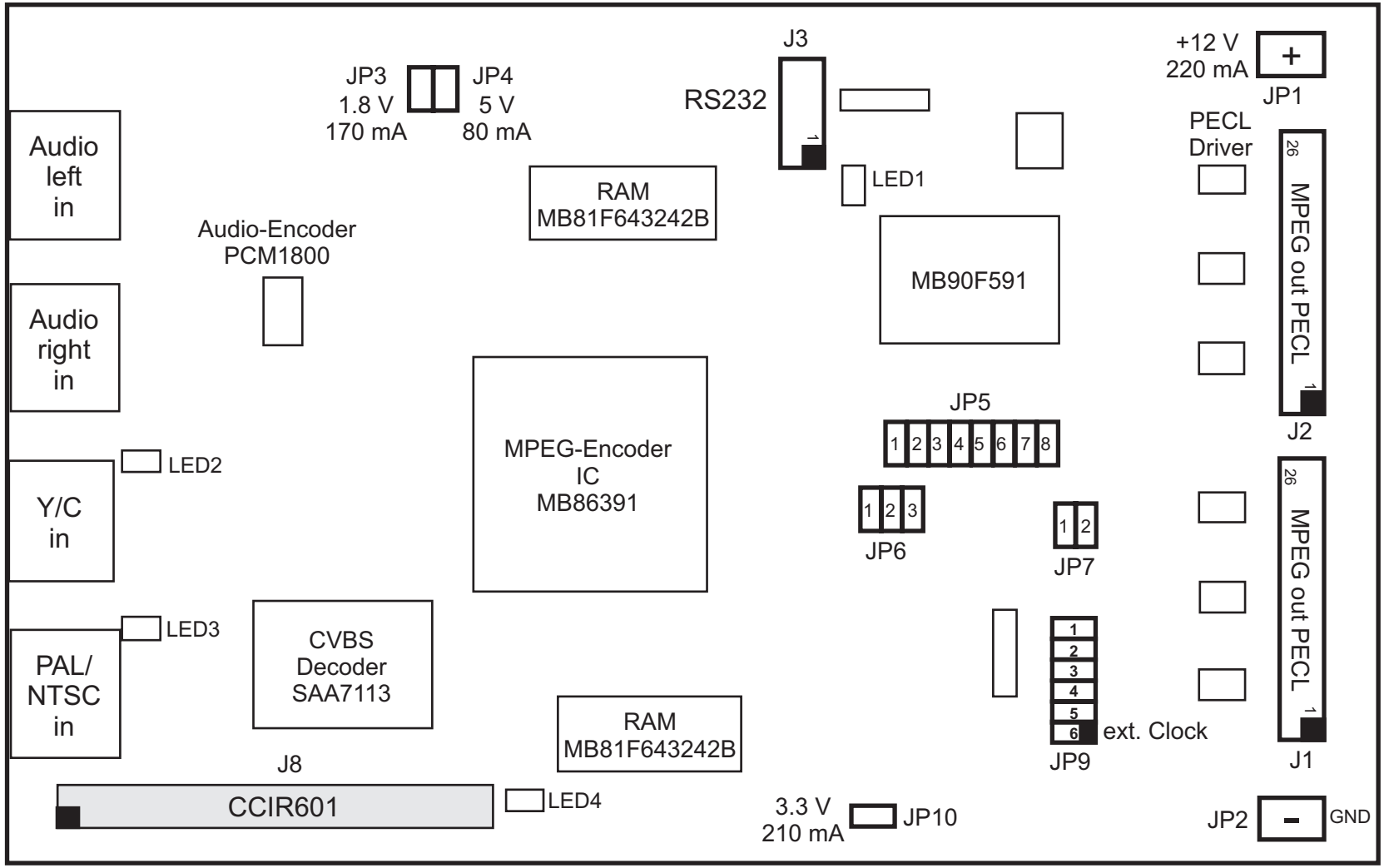
Uli, DD1KU hat dankenswerterweise ein DATV Internet Forum
für Fragen und zum Erfahrungsaustausch eingerichtet,
www.dd1ku.de/DATV/Forum/datv/forum.html

Über Liefermöglichkeiten gibt die AGAF e.V. Auskunft
Heinz dc6mr@t-online.de
Spezielle technische Fragen können gerichtet werden an
Klaus dl4kck@t-online.de und Uwe krausue@uni-wuppertal.de

im Herbst 2004

Uwe E. Kraus, DJ8DW / PA3ACY

Korrekturen und Änderungen vorbehalten

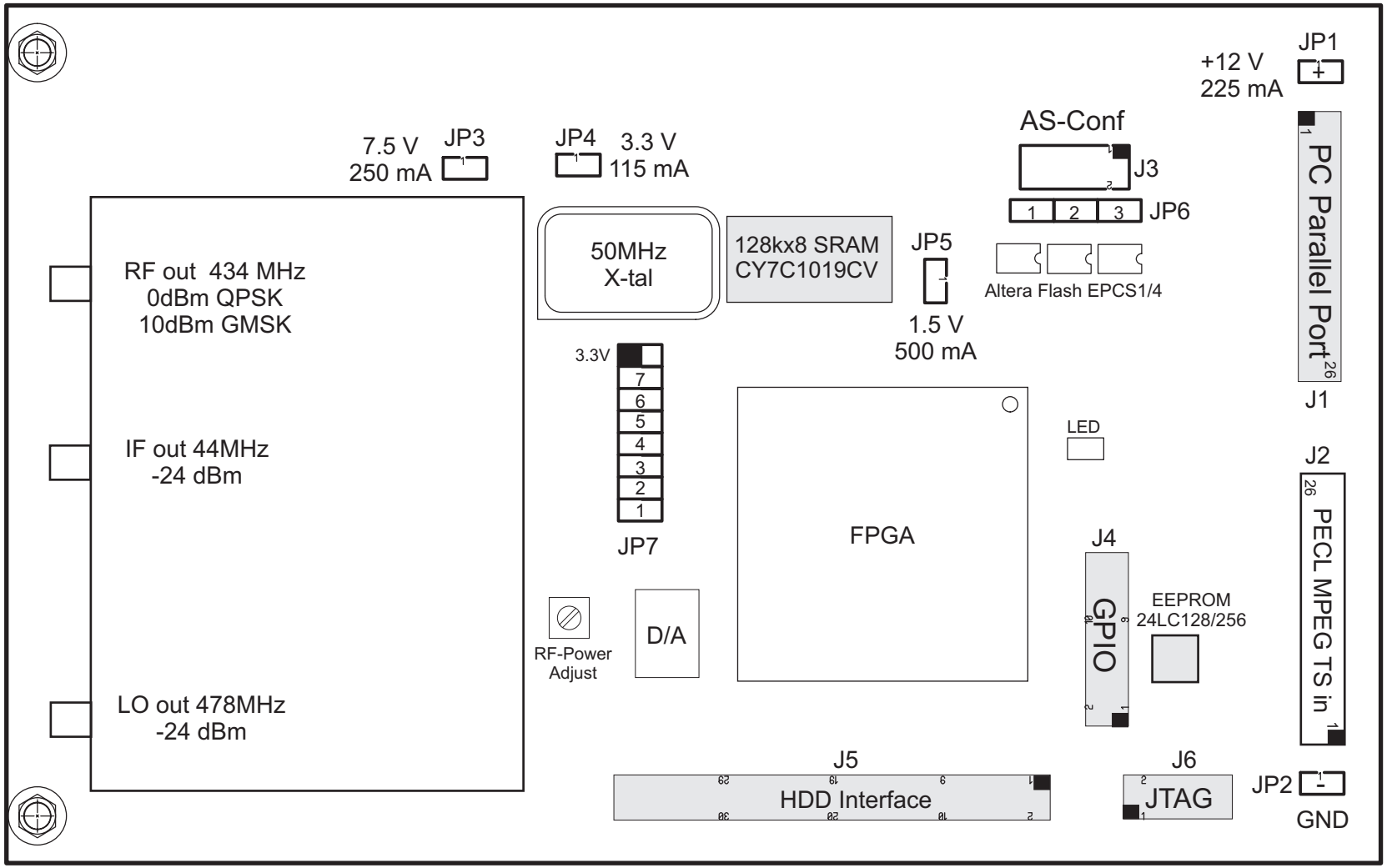


AGAF e.V.

Fig. 1

DATV-MPEG Encoder Board

Top View



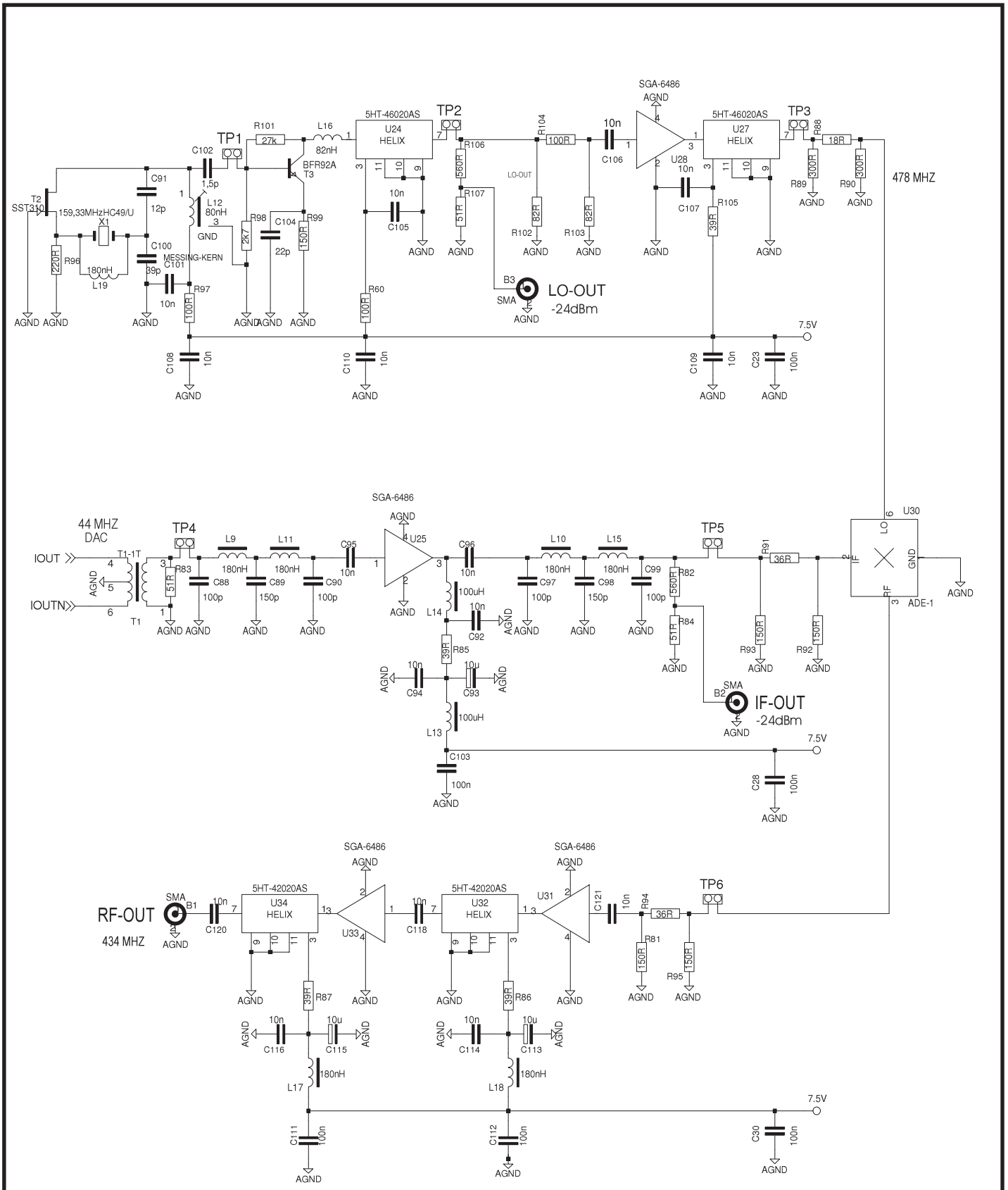
AGAF e.V.

Fig. 2

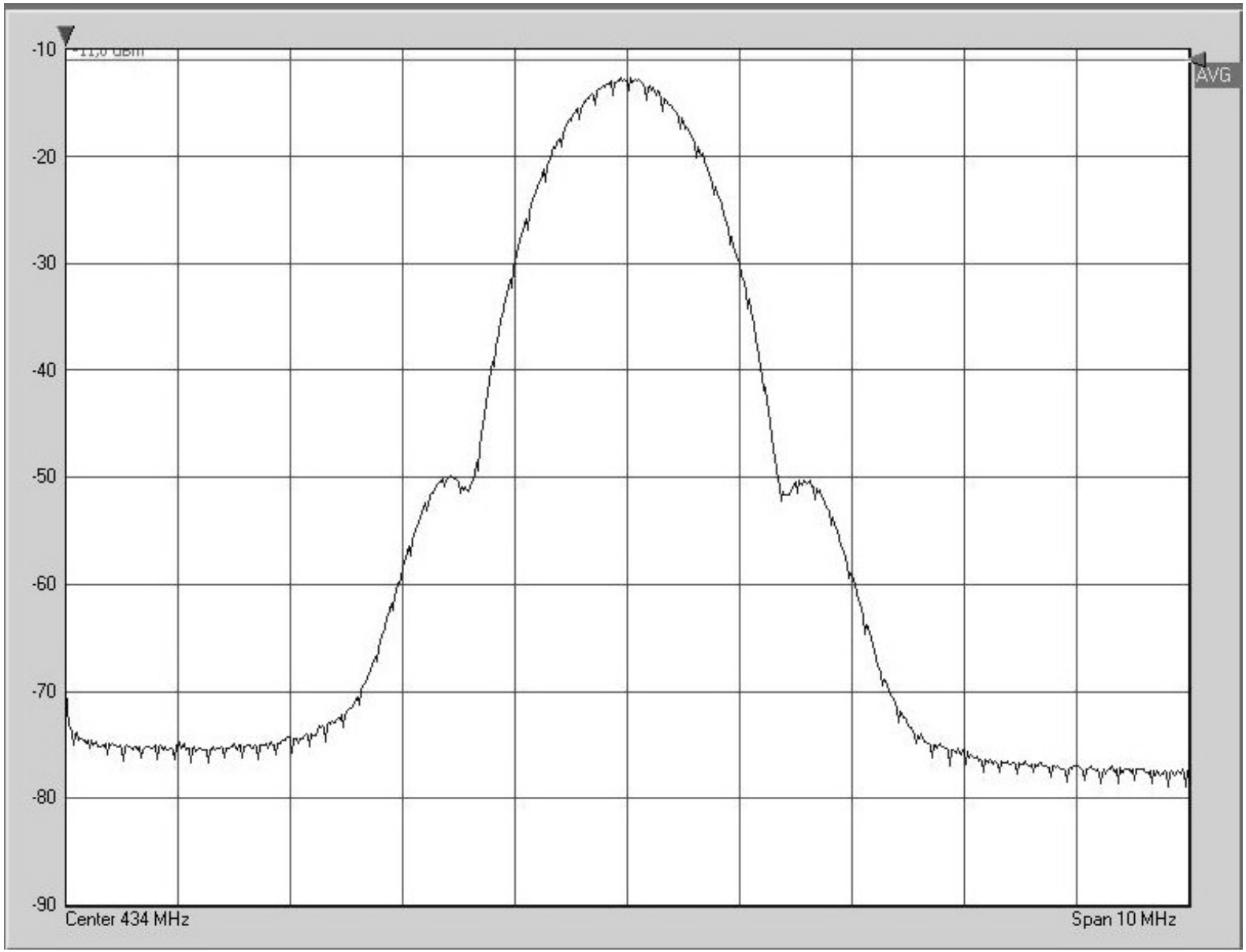
DATV-Exciter Board

Top View

Bergische Universität Wuppertal
Lehrstuhl für Nachrichtentechnik



AGAF e.V.	DATV-Exciter IF/RF-Part	Bergische Universität Wuppertal Lehrstuhl für Nachrichtentechnik
Fig. 3		

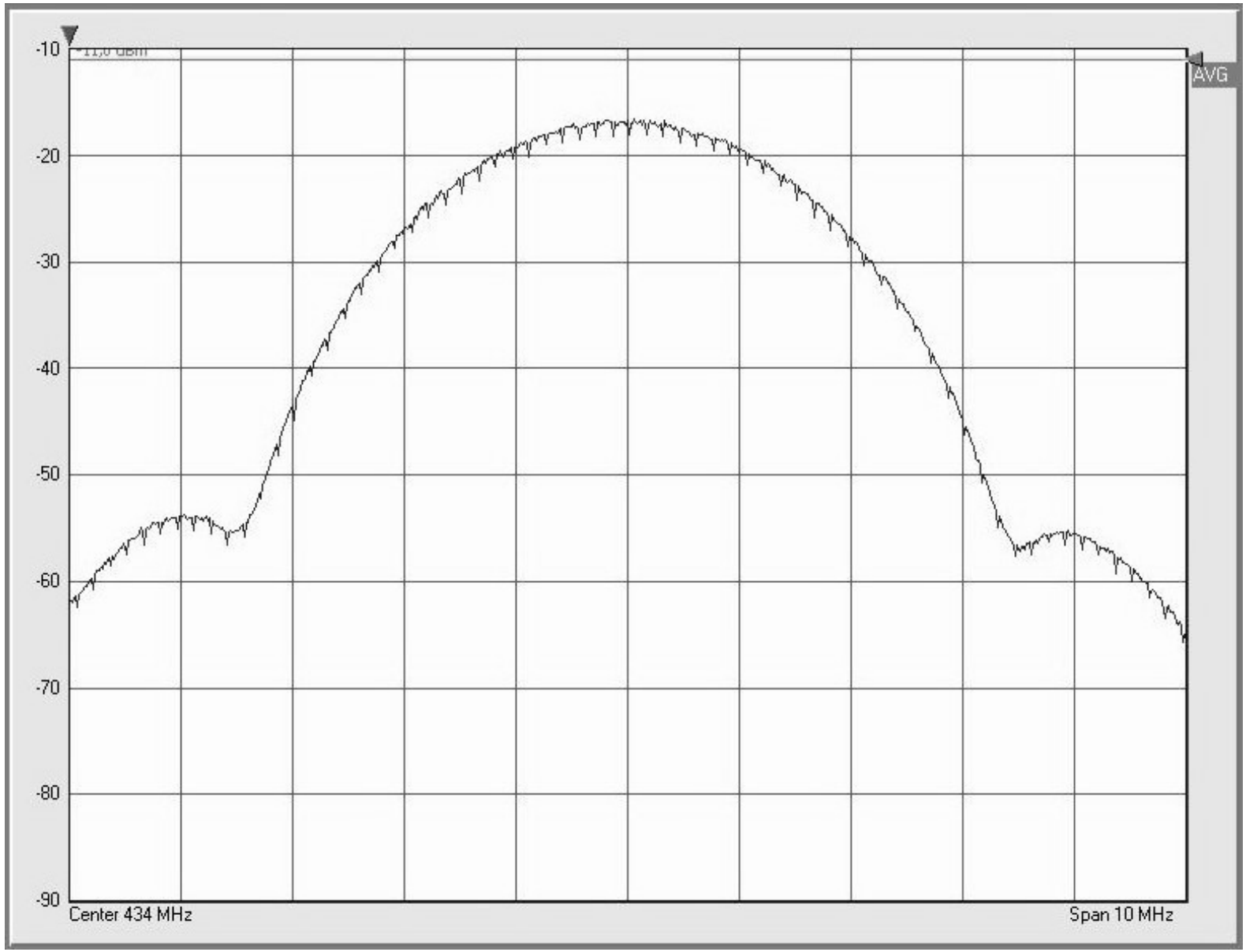


AGAF e.V.

Fig. 4

Spectrum GMSK ca. 2MBit/s

Bergische Universität Wuppertal
Lehrstuhl für Nachrichtentechnik

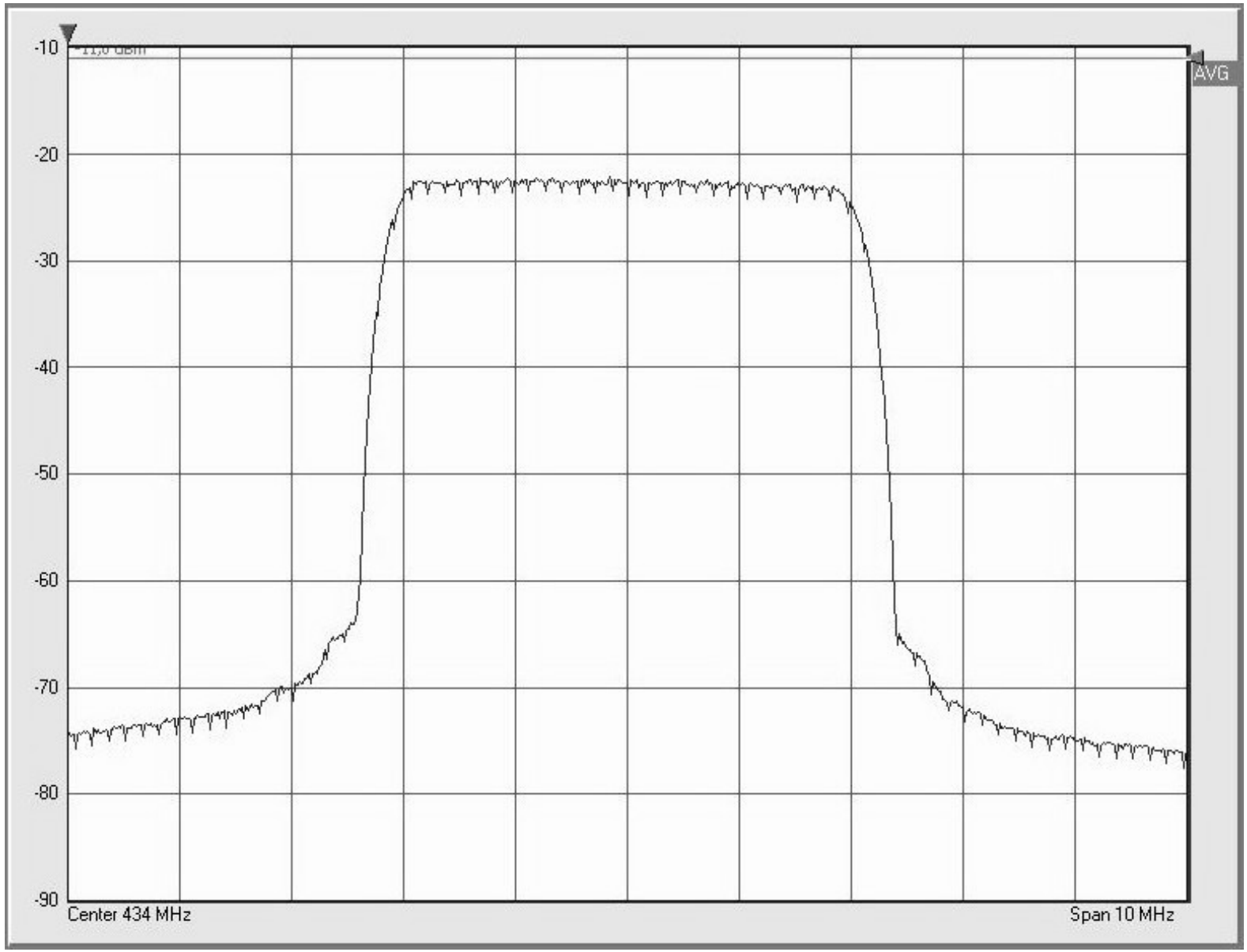


AGAF e.V.

Fig. 5

Spectrum GMSK ca. 5MBit/s

Bergische Universität Wuppertal
Lehrstuhl für Nachrichtentechnik

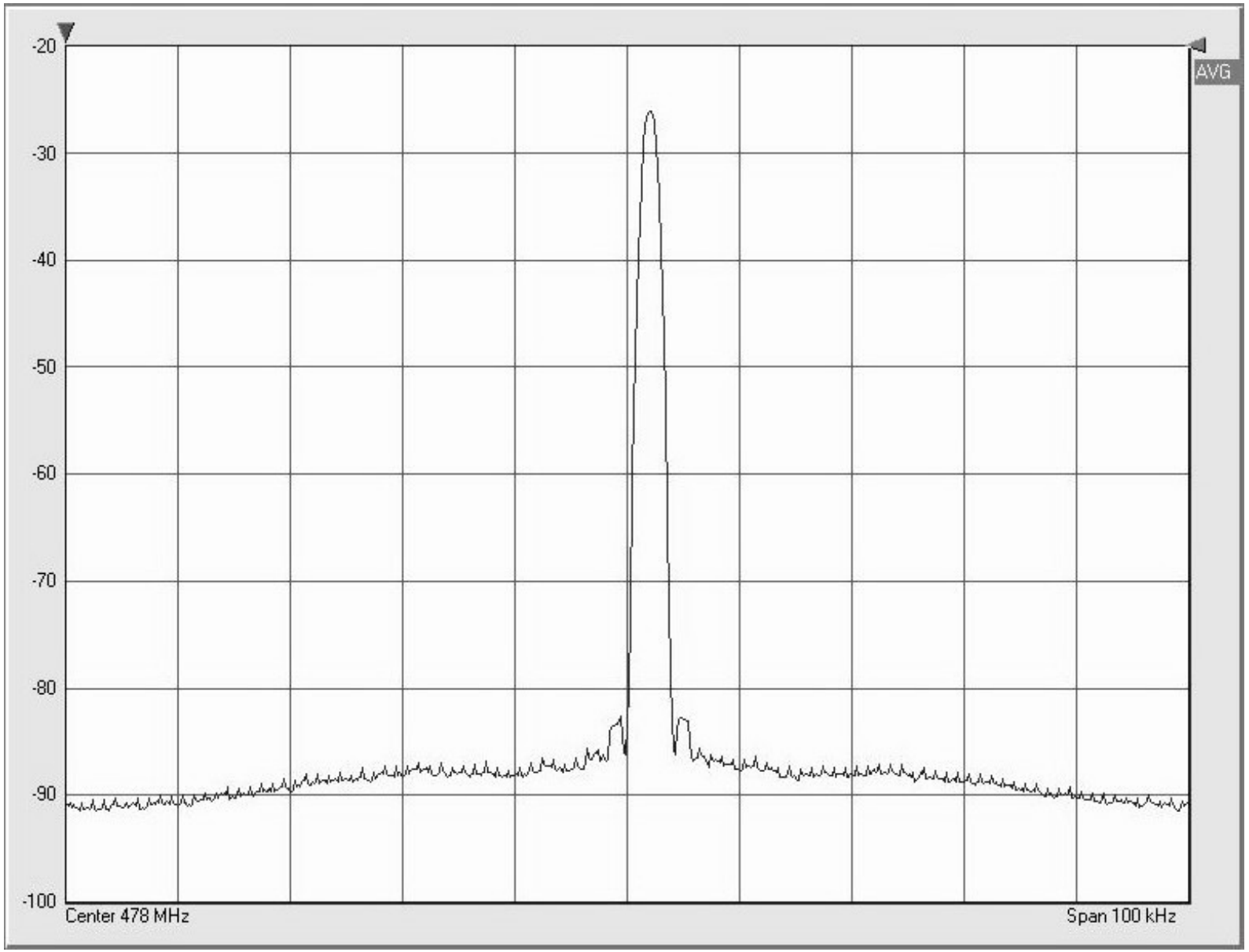


AGAF e.V.

Fig. 6

Spectrum QPSK 4,167MSymb/s

Bergische Universität Wuppertal
Lehrstuhl für Nachrichtentechnik



AGAF e.V.

Fig. 7

Spectrum LO 478 MHz

Bergische Universität Wuppertal
Lehrstuhl für Nachrichtentechnik