



USB-Digital-Soundmodul UDS 200

Das USB-Digital-Soundmodul UDS 200 stellt digitale S/PDIF-Audio-Ein- und -Ausgänge zur Verfügung und ist einfach an den USB-Port eines PCs anzuschließen. Mit dem zusätzlichen analogen Ein- und Ausgang steht die komplette Funktionalität einer Soundkarte zur Verfügung.

Allgemeines

Nahezu jeder PC ist heute standardmäßig mit einer Soundkarte ausgestattet, wobei üblicherweise keine digitalen Ein- und Ausgänge zur Verfügung stehen.

Ein hoch integrierter Audio-Codec von Burr-Brown macht es nun möglich, auf einem kleinen Modul die in der digitalen Audiotechnik weit verbreiteten TOSLINK-Ein- und -Ausgänge zur Verfügung zu stellen. Hier können die in der digitalen Audiotechnik üblichen S/PDIF-Signale über Lichtwellenleiter ein- und ausgekoppelt werden. Diese Leitungen sind völlig unempfindlich gegenüber Störungen (sowohl Störeinkopplungen als auch Störaus-

sendungen) und sorgen für eine galvanische Trennung zwischen dem PC und den angeschlossenen Audiogeräten. Durch die Verwendung der weit verbreiteten TOSLINK-Steckverbinder können Standard-Lichtwellenleiter eingesetzt werden.

Ein weiterer Vorteil der Kunststoff-Lichtwellenleiter ist der geringe Lei-

tungsdurchmesser von lediglich 2,2 mm und dass Biegeradien von nur 2 cm ohne Probleme möglich sind. Die Verlegung im Raum ist daher oft recht problemlos (z. B. hinter Fußleisten) möglich. Kunststoff-Lichtwellenleiter, Sender und Empfänger arbeiten mit Signalen im sichtbaren Rotbereich.

Technische Daten: UDS 200

Audio-Eingänge: digital (S/PDIF) optisch, analog (Stereo-Klinke) max. 1 V _{eff}
Audio-Ausgänge: digital (S/PDIF) optisch, analog (Stereo-Klinke)
Sampling-Rate: DAC: 32 kHz; 44,1 kHz; 48 kHz
 ADC: 8 kHz; 11,025 kHz; 16 kHz; 22,05 kHz; 32 kHz; 44,1 kHz; 48 kHz
PC-Schnittstelle: USB 1.1
Bedientasten: Lautstärke Up, Down, Mute
Abmessungen (B x H x L): 57 x 24 x 71 mm

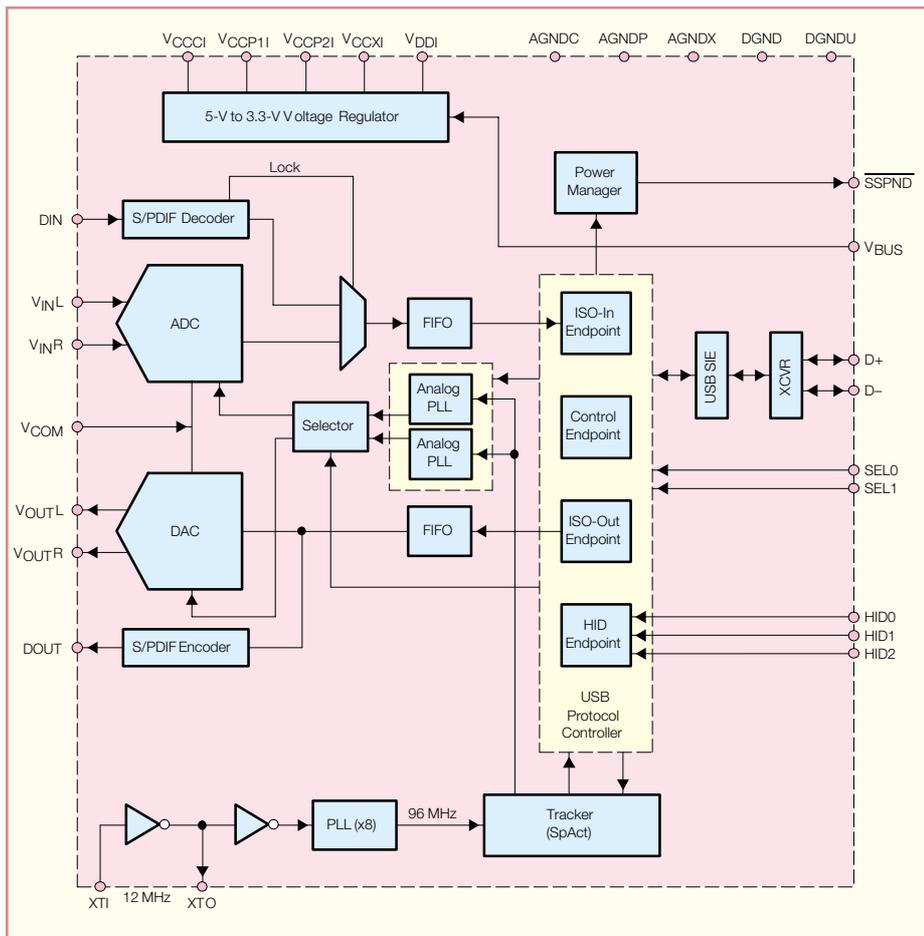


Bild 1: Blockschaltbild des PCM 2902

An Stereo-Klinkenbuchsen bietet das Modul zusätzlich noch jeweils einen analogen Ein- und Ausgang.

Im Grunde genommen kann von einer Ein-Chip-Lösung gesprochen werden, da an integrierten Schaltkreisen nur noch Pufferverstärker für die analogen Signale vorhanden sind. Die Spannungsversorgung erfolgt über den USB-Port des PCs.

Installation

Die Installation ist „Plug & Play“. Üblicherweise meldet der PC, dass er den Audio-Codec gefunden hat und die Windows-CD-ROM in das CD-Laufwerk des PCs einzulegen ist. Von der Windows-CD-ROM installiert der Hardware-Assistent den Treiber für ein Composite-USB-Gerät. Es folgt die Installation eines USB-Human-Interface-Device und eines USB-Audiogerätes. Ruft man Start/Einstellungen/Systemsteuerung/System auf, so kann das im Geräte-Manager überprüft werden.

Bedienung

Die Bedienung des Moduls erfolgt wie eine bestehende Soundkarte über verschiedene Multimedia-Softwareprogramme, wie z. B. den unter Windows zur Verfügung stehenden Windows Media Player.

Es kann z. B. eine Audio-CD in das CD-ROM-Laufwerk des PCs gelegt werden, und die Wiedergabe erfolgt dann über das Soundmodul. Auch wenn die komplette Bedienung, wie bei Soundkarten üblich, über verschiedene Softwareprogramme erfolgen kann, befinden sich am Modul noch 3 zusätzliche Taster. Hier kann über die Tasten „Up“ und „Down“ die Lautstärke verändert werden bzw. mit Hilfe der „Mute“-Taste unterbrochen werden, ohne dass dazu irgendwelche Menüs aufzurufen sind.

Um Urheberrechte zu wahren, arbeitet der Audio-Codec auch mit dem Serial Copy Management System (SCMS), welches digitale Raubkopien verhindert. Das IC schaltet auf analoge Verarbeitung um, wenn ein nicht-originaler Datenstrom eintrifft.

Blockschaltbild

Einen Überblick über die Funktionsgruppen des ICs verschafft das Blockschaltbild in Abbildung 1. Die Kommunikation zwischen dem Modul und dem PC erfolgt dabei über das On-Chip-USB-Interface (D+, Pin 1 und D-, Pin 2).

Der integrierte Taktoszillator wird an XTI und XTO extern mit einem 12-MHz-Quarz beschaltet. Über eine PLL-Schaltung wird dann die interne Taktfrequenz von 96 MHz generiert.

An HID 0 bis HID 2 sind Taster zur Steuerung der Wiedergabelautstärke und der Mute-Funktion anzuschließen.

Die Betriebsspannung gelangt vom USB-Port auf einen integrierten Spannungsregler, der die Chip-intern benötigten Betriebsspannungen zur Verfügung stellt. Diese Spannungen sind auch extern zugänglich und werden mit entsprechenden Kondensatoren abgeblockt.

Der integrierte 16-Bit-Stereo-DAC arbeitet mit Samplingraten von 32; 44,1 und 48 kHz. Beim 16-Bit-Stereo-Delta Sigma-ADC stehen hingegen die Samplingraten 8; 11,025; 16; 22,05; 32; 44,1 und 48 kHz zur Verfügung.

Die nicht-linearen Verzerrungen des ADCs sind mit 0,01 % und des DAC mit 0,005 % angegeben. Beim ADC beträgt laut Datenblatt von Burr-Brown der Signal-/Rauschabstand und der Dynamikbereich jeweils 89 dB. Beim DAC sind 96 dB Signal-/Rauschabstand und 93 dB Dynamik angegeben. Für die digitalen Audio-Ein- und -Ausgänge ist ein S/PDIF-Decoder und ein S/PDIF-Encoder integriert.

Die Verarbeitung von digitalen Audio-Informationen führt zu keinerlei Qualitätseinbuße, so dass es sich schnell als sinnvoll erwies, unterschiedliche Geräte auf digitalem Wege miteinander kommunizieren zu lassen.

Grundvoraussetzung für die digitale Kommunikation von unterschiedlichen Geräten unterschiedlicher Hersteller sind einheitliche Schnittstellen. Weltweit durchgesetzt hat sich dabei das von Sony und Philips zusammen entwickelte S/PDIF-Format, das im Consumerteil des Standards IEC 958 1989/03 der European Broadcasting Union dokumentiert ist. Der in Japan gültige Standard EIAJ CP-340 1997/9 ist identisch.

Im S/PDIF-Format übertragene Audio-Informationen haben eine Auflösung von bis zu 24 Bit. Der gesamte Datenrahmen ist 32 Bit breit, die ersten 4 Bit dienen dabei z. B. zur Synchronisation.

Da das MSB (Most Significant Bit) sich immer an der gleichen Position im Datenrahmen befindet, ist eine automatische Anpassung an unterschiedliche Auflösungen einfach möglich.

In der Consumer-Elektronik sind verschiedene Abtastraten gebräuchlich:

- 44,1 kHz bei CD (Compact Disc)
- 48 kHz bei DAT (Digital Audio Tape)
- 32 kHz bei DSR (Digital Satellite Radio)

Die Übertragungs-Bandbreite für das S/PDIF-Signal ist mit 100 kHz bis 6 MHz angegeben.

Schaltung

In Abbildung 2 ist die gesamte Schaltung des USB-Soundmoduls dargestellt.

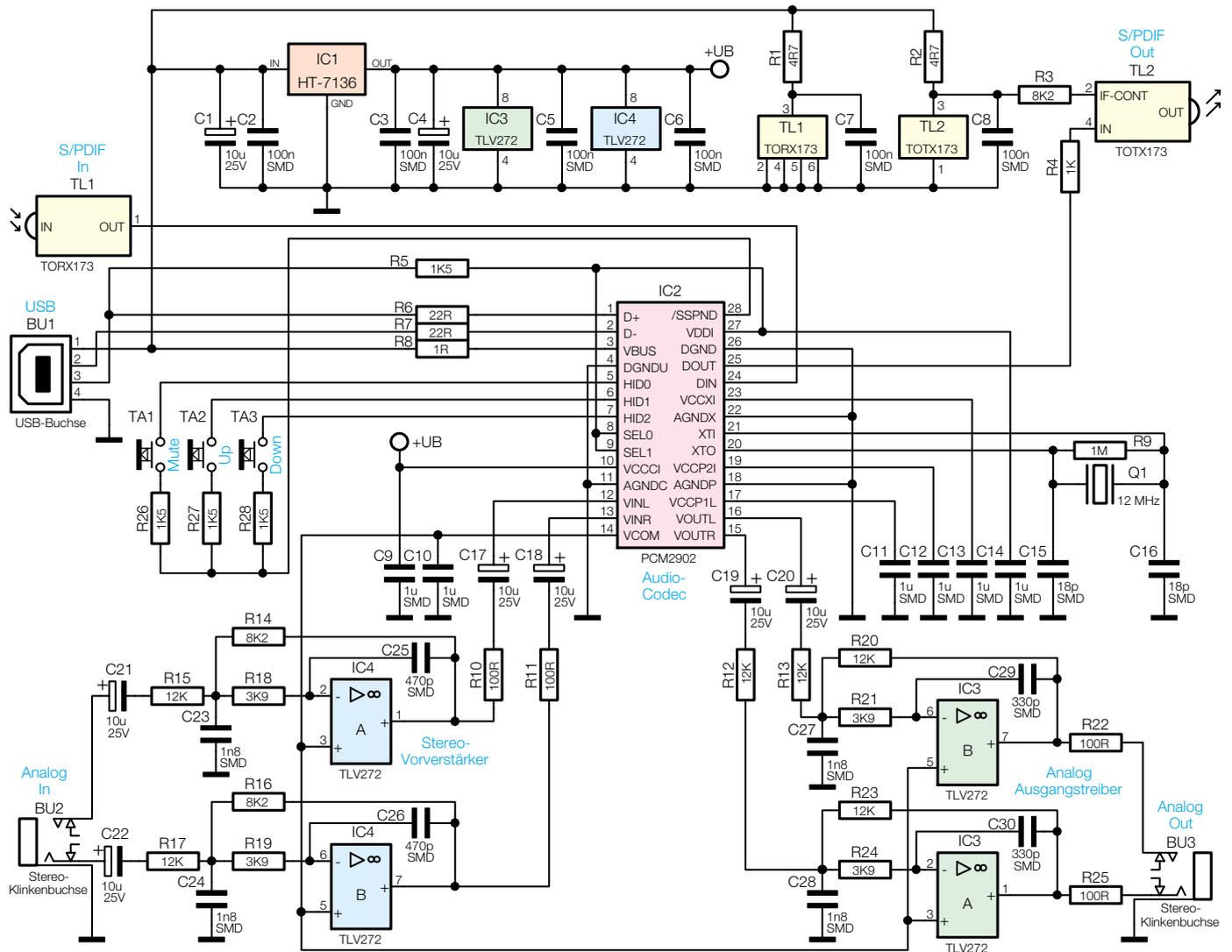


Bild 2: Schaltbild des USB-Digital-Soundmoduls

Wie bereits erwähnt, handelt es sich im Wesentlichen um eine Ein-Chip-Lösung, die aber aufgrund der hohen internen Taktfrequenz von 96 MHz hohe Anforderungen an den Aufbau stellt. Dies betrifft insbesondere die EMV, wo Störaussendungen zu vermeiden sind.

Über den USB-Steckverbinder BU 1 wird die Elektronik mit dem USB-Port des PCs verbunden. Hier steht auch die Versorgungsspannung zur Verfügung, die von Pin 1 über den Schutzwiderstand R 8 zum Audio-Codec (IC 2) gelangt. Des Weiteren werden der Spannungsregler IC 1 und die beiden TOSLINK-Bausteine TL 1 und TL 2 mit 5 V versorgt.

Die Kommunikation erfolgt über Pin 2 und Pin 3 der USB-Buchse. Diese Anschlüsse sind über R 6 und R 7 mit den entsprechenden Pins des Bausteins verbunden.

Die digitale Kommunikation zwischen den angeschlossenen Audiogeräten und dem Modul erfolgt auf optischem Wege über Kunststoff-Lichtwellenleiter, deren Signalumsetzung mit Hilfe der bereits

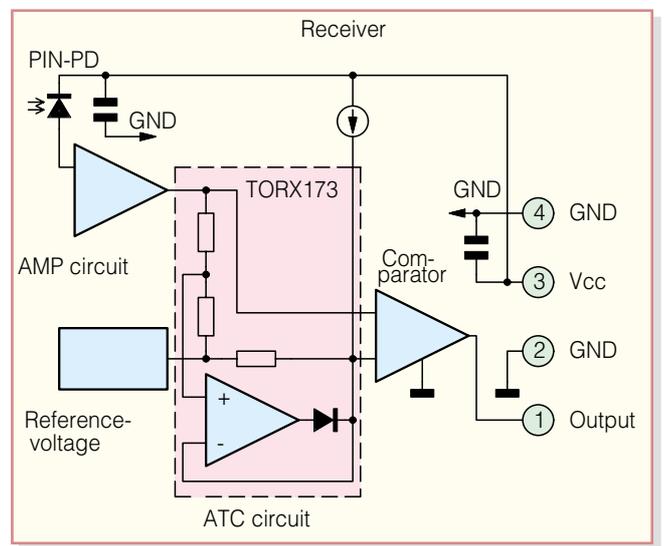
erwähnten, weit verbreiteten TOSLINK-Bauelemente von Toshiba erfolgt.

Diese Bausteine erlauben Übertragungsstrecken bis zu 10 m und Datenraten von bis zu 6 MBit/s.

Der eingesetzte Lichtwellenleiter besteht aus einem 970 µm oder 980 µm

dicken Kern aus Polymethyl-Methacrylat (PMMA), der wiederum von einem ca. 30 µm dicken Mantel aus fluoriertem Kunstharz umgeben ist. Mit Schutzhüllen aus Polyethylen oder PVC umgeben, ergibt sich dann ein Gesamtdurchmesser von ca. 2,2 mm.

Bild 3: Innenschaltung des TOSLINK-Empfängers TORX 173



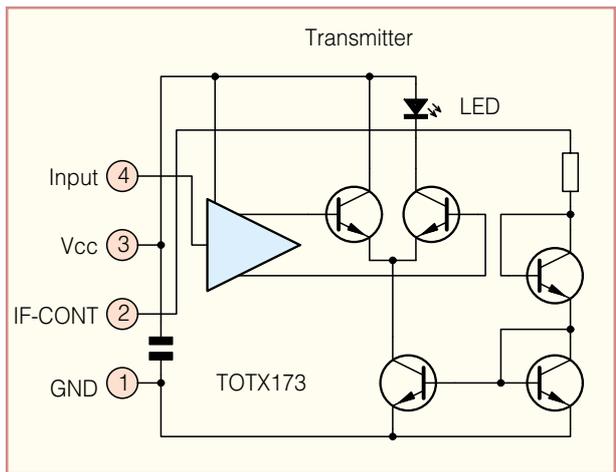


Bild 4: Interne Struktur des TOSLINK- Sendemoduls TOTX 173

Der optische Eingang ist mit einem Receiver des Typs TORX 173 ausgestattet, wo die optischen Signale über Steckverbinder in Snap-in-Technik zugeführt werden. Sämtliche zur Signalumsetzung erforderlichen Komponenten sind im Receiver-Baustein des Typs TORX 173 enthalten, so dass nur noch eine stabilisierte Versorgungsspannung benötigt wird. Diese wird über R 1 an Pin 3 des Moduls angelegt, wobei C 7 zur Störunterdrückung dient. Am Ausgang des Opto-Empfängers (Pin 1) steht das digitale Audio-Signal mit TTL-Pegel zur Verfügung und wird direkt auf Pin 24 des Audio-Codex gegeben.

Die Innenschaltung des TOSLINK-Empfängers ist in Abbildung 3 zu sehen.

An Pin 25 wird das digitale S/PDIF-Audio-Signal des Audio-Codex ausgegeben, das über R 4 auf den Eingang des Transmitter-Bausteins vom Typ TOTX 173 gelangt.

Die externe Beschaltung des TOTX 173 besteht aus einem einzigen Widerstand, der die interne Verstärkung des Bausteins festlegt. R 2 und C 8 dienen zur Störunterdrückung. Abbildung 4 zeigt die interne Struktur des Sendemoduls.

Auch wenn die interne Taktfrequenz des Audio-Codex 96 MHz beträgt, werden Pin 20 und Pin 21 extern nur mit einem 12-MHz-Quarz, dem Widerstand R 9 und den beiden Kondensatoren C 15 und C 16 beschaltet. Eine interne PLL-Schaltung sorgt dann für die erforderliche Taktfrequenz (96 MHz).

Die Taster für die Mute-Funktion sowie die Lautstärkeinstellung sind an Pin 5 bis Pin 7 angeschlossen und werden über R 26 bis R 28 mit der an Pin 28 anliegenden Spannung versorgt.

Jetzt bleiben nur noch die analogen Ein- und Ausgänge zu beschreiben, die mit IC 3 und IC 4 aufgebaut sind. Dabei handelt es sich um 4 nahezu identische Schaltungsteile.

Beginnen wir mit der Eingangsbuchse BU 2, wo die Stereosignale mit einer maximalen Amplitude von 1 V_{eff} zugeführt werden können.

Mit C 21 und C 22 galvanisch entkoppelt, gelangen die Signale dann auf invertierende Pufferverstärker, die gleichzeitig als Anti-aliasing-Filter zweiter Ordnung dienen. Die zugehörige Filtercharakteristik ist in Abbildung 5 zu sehen, wobei die -3-dB-Grenzfrequenz bei ca. 32 KHz liegt. Auf-

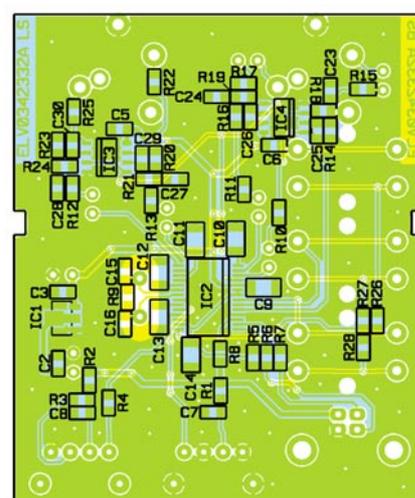
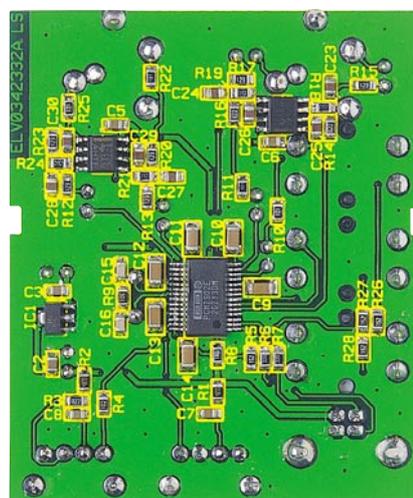
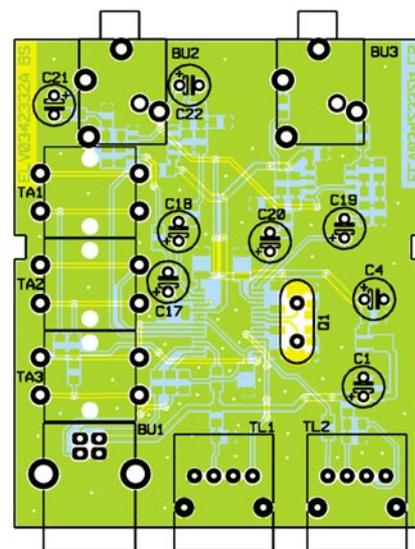
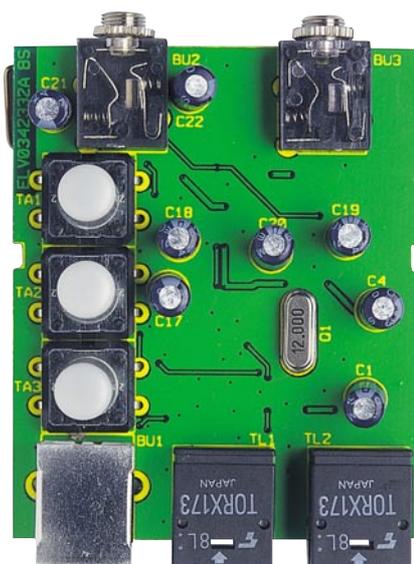
grund der Dimensionierung erhalten wir eine Signalabschwächung von ca. 3,3 dB bei den Eingangverstärkern.

Über R 10, C 17 gelangt das Signal des linken Kanals auf Pin 12 und über R 11, C 18 das Signal des rechten Kanals auf Pin 13 des Codex.

Die vom DAC kommenden Ausgangssignale werden über C 19 und C 20 auf die beiden mit IC 3 aufgebauten invertierenden Ausgangstreiber gekoppelt. Diese Ausgangsstufen haben eine Verstärkung von 1 und nahezu die gleiche Filtercharakteristik wie die Eingangverstärker. Letztendlich ausgekoppelt werden die analogen Ausgangssignale über R 22 und R 25 an der Stereo-Klinkenbuchse BU 3.

Nachbau

Das USB-Soundmodul besteht zwar aus lediglich einer Handvoll Bauelemente, jedoch erfordert der praktische Aufbau aufgrund des sehr geringen Pin-Abstands



Ansicht der fertig bestückten Platine des UDS 200, oben von der Bestückungsseite für konventionelle Bauteile, unten von der SMD-Seite

**Stückliste:
USB-Digital-Soundmodul UDS 200**

Widerstände:

1 Ω/SMD	R8
4,7 Ω/SMD	R1, R2
22 Ω/SMD	R6, R7
100 Ω/SMD	R10, R11, R22, R25
1 kΩ/SMD	R4
1,5 kΩ/SMD	R5, R26–R28
3,9 kΩ/SMD	R18, R19, R21, R24
8,2 kΩ/SMD	R3, R14, R16
12 kΩ/SMD	R12, R13, R15, R17, R20, R23
1 MΩ/SMD	R9

Kondensatoren:

18 pF/SMD	C15, C16
330 pF/SMD	C29, C30
470 pF/SMD	C25, C26
1,8 nF/SMD	C23, C24, C27, C28
100 nF/SMD	C2, C3, C5–C8
1 µF/SMD/Bauform 1206	C9–C14

10 µF/25V	C1, C4, C17–C22
-----------------	-----------------

Halbleiter:

HT7136/SMD	IC1
PCM2902/SMD	IC2
TLV272/SMD	IC3, IC4

Sonstiges:

Quarz, 12 MHz, HC49U4	Q1
Opto-Modul TORX173, Empfänger	TL1
Opto-Modul TOTX173, Sender	TL2
USB-B-Buchse, winkelprint	BU1
Klinkenbuchse, 3,5 mm, stereo, print	BU2, BU3
Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1 x ein	TA1–TA3
3 Tastknöpfe, 18 mm 1 Profilgehäuse, blau, bearbeitet und bedruckt	

beim Audio-Codec Lötfernung. Ohne einen LötKolben mit sehr feiner Lötspitze, dünnes SMD-Lötzinn und eine Lupe oder Lupenleuchte ist das nicht zu realisieren. Leider wird der Audio-Codec ausschließlich in dieser Gehäuseform angeboten, so dass keine Alternative besteht. Die Bestückung der übrigen SMD-Bauteile ist wesentlich einfacher.

Daher beginnen wir mit dem schwierigsten Bauteil, dem Audio-Codec im 28-Pin-Flatpack-Gehäuse (SSOP-28). Solange sich noch keine weiteren Bauteile auf der Platine befinden, sind alle Anschluss-Pins optimal zugänglich. Wie üblich wird zuerst ein LötPad der Leiterplatte vorverzinnt, das Bauteil mit einer Pinzette exakt positioniert und vorsichtig am vorverzinnten LötPad angelötet.

An einer Punktmarkierung an der Pin 1 zugeordneten Gehäuseecke ist die korrek-

te Polarität zu erkennen. Als weitere Orientierungshilfe kann die Beschriftung dienen, die zu lesen ist, wenn man Richtung Pin 1 schaut. Die Pin 1 zugeordnete Gehäusesseite ist im Bestückungsdruck durch eine Doppellinie gekennzeichnet.

Wenn alle Anschluss-Pins exakt auf den zugehörigen LötPads aufliegen, erfolgt das vollständige Verlöten des Bauteils. Versichtlich zwischen die Anschluss-Pins laufendes Lötzinn ist relativ einfach mit Entlötsauglitze zu entfernen.

Bei den Operationsverstärkern IC 3 sowie IC 4 ist das Gehäuse an der Pin 1 zugeordneten Gehäusesseite leicht angeschragt. Das Auflöten dieses Bauteils erfolgt in der gleichen Weise wie beim Audio-Codec.

Es folgt der Spannungsregler IC 1, dessen Polarität bereits durch die Bauform vorgegeben ist.

Weiter geht es dann mit den SMD-Widerständen, deren Widerstandswert direkt auf dem Gehäuse aufgedruckt ist. Grundsätzlich gibt die letzte Ziffer die Anzahl der Nullen an.

Vorsicht ist geboten bei den SMD-Kondensatoren, da hier keinerlei Kennzeichnung vorhanden ist und somit eine hohe Verwechslungsgefahr besteht.

Hilfreich ist hierbei ein Stück beschriftetes doppelseitiges Klebeband, auf dem die Bauteile provisorisch aufgeklebt werden.

Bevor wir uns nun der Platinenseite für die Buchsen und bedrahteten Bauteile zuwenden, ist mit einer Lupe oder Lupenleuchte eine gründliche Überprüfung hinsichtlich Löt- und Bestückungsfehler durchzuführen.

An der Platinenoberseite werden zuerst die Elkos mit korrekter Polarität bestückt. Üblicherweise sind Elektrolytkondensatoren am Minuspol gekennzeichnet. Nach dem Verlöten werden dann die überstehenden Drahtenden an der Platinenunterseite direkt oberhalb der Lötstellen abgeschnitten.

Der 12-MHz-Quarz Q 1 wird mit ca. 1 mm Abstand zur Platinenoberfläche bestückt. Auch hier sind nach dem Verlöten die überstehenden Drahtenden abzuschneiden.

Die Opto-Bauelemente TOTX 173 und TORX 173 werden als Nächstes eingebaut. Vor dem Verlöten müssen die Bauteilgehäuse plan auf der Platinenoberfläche aufliegen.

Das Gleiche gilt auch für die beiden Stereo-Klinkenbuchsen und die USB-Buchse.

Jetzt sind nur noch die 3 Taster einzulöten und jeweils mit einer Tastkappe zu bestücken.

Nach dem Einsetzen der Platine in das dazu vorgesehene Schiebegehäuse ist das Soundmodul bereits vollständig aufgebaut. 

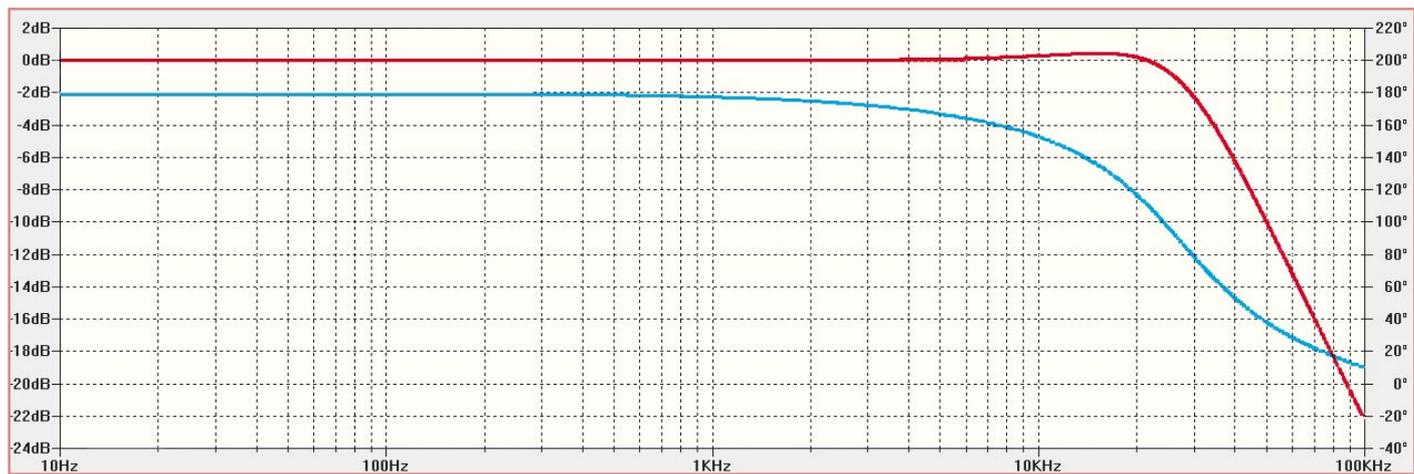


Bild 5: Filtercharakteristik der Ein- und Ausgangsverstärker (obere Kurve Frequenzgang, untere Kurve Phasengang)