

Universelle Laborkarte

Mescheltana GmbH , Reinhard Meschenmoser

Hannover 09.10.2015

Inhalt

1. Einleitung.....	1
2. Blockschaltbild.....	1
3. Spannungsversorgung.....	2
4. Optoelektronik	3
5. Hochfrequenz	4
6. Filter mit asymmetrischer Versorgungsspannung	5
7. Filter mit symmetrischer Versorgungsspannung	5
8. Differentielle Signale mit asymmetrischer Versorgungsspannung	6
9. Diverse Schaltungen mit asymmetrischer Versorgungsspannung.....	7
10. Elektromagnetische Schaltung	9
11. Digital.....	9
12. Literaturverzeichnis.....	11
Abbildung 1: Blockschaltbild	1
Abbildung 2: Zentrale Spannungsversorgung	2
Abbildung 3: Sender und Empfänger für modulierte Infrarotlicht	3
Abbildung 4: Sender und Vorverstärker.....	4
Abbildung 5: Filter mit asymmetrischer Versorgungsspannung	5
Abbildung 6: Filter mit symmetrischer Versorgungsspannung.....	6
Abbildung 7: Differentiale Signale mit asymmetrischer Versorgungsspannung.....	7
Abbildung 8: Diverse Schaltungen mit asymmetrischer Versorgungsspannung	8
Abbildung 9: Rogowski Spule mit Vorverstärker.....	9
Abbildung 10: Digitale Schaltungen	10

1. Einleitung

Die Laborkarte ermöglicht den Aufbau hochwertiger prototypischer Schaltungen mit dem Schwerpunkt der Analogtechnik. Es handelt sich um eine 6-lagige Europakarte im Format 100x160 mm. Der Lagenaufbau ist: Routing, Gnd, Vcc, Vcc2, Gnd2, Routing2. Dieser Lagenaufbau ist in Bezug auf die EMV günstig und ermöglicht so den Aufbau von Schaltungen bis zu einigen GHz. Bei den aktiven Komponenten wurde eine Vorauswahl möglichst universell verwendbarer Komponenten getroffen.

Geplant ist, die Platine in 3 Varianten anzubieten. Als unbestückte Platine, als teilbestückte Platine (alle Bauteile sind bestückt, die im Schaltplan nicht das Merkmal n.b. haben) und als individuell bestückte Platine nach Kundenauftrag.

2. Blockschaltbild

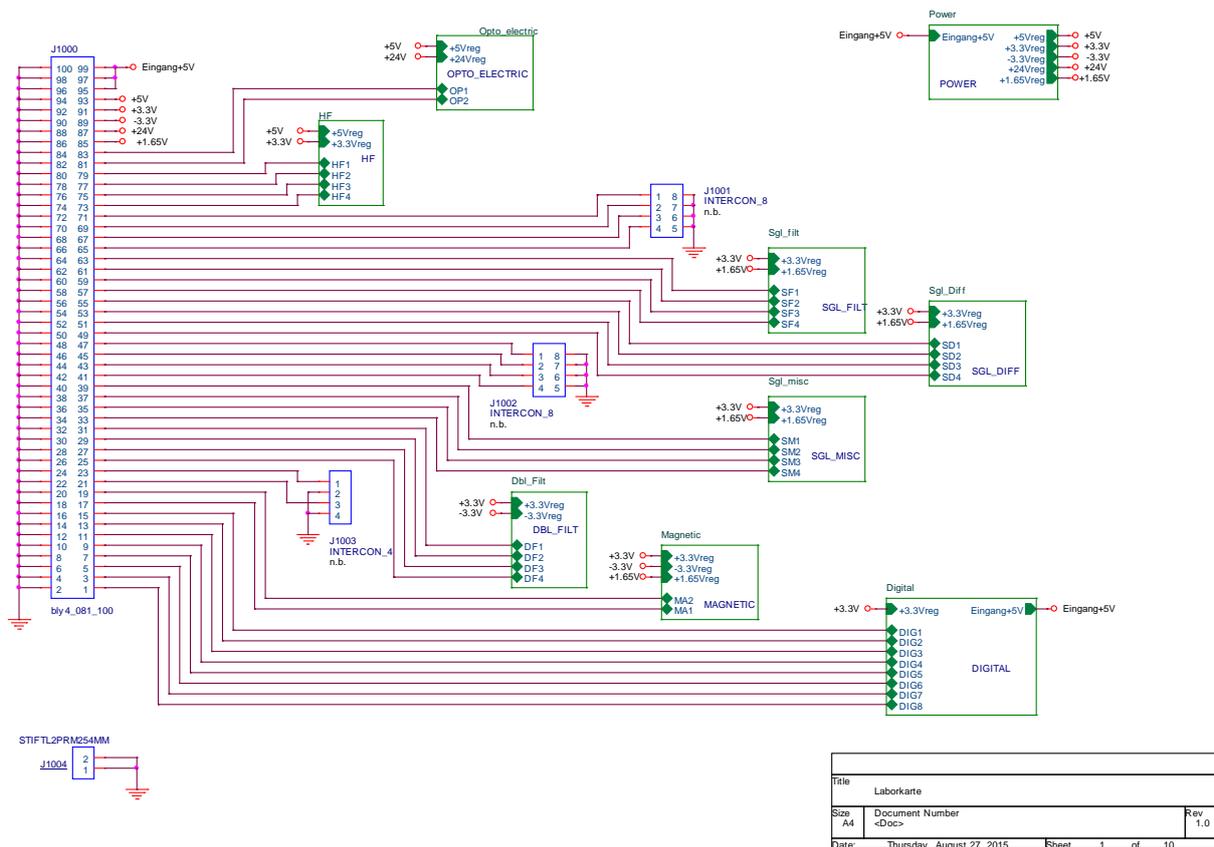
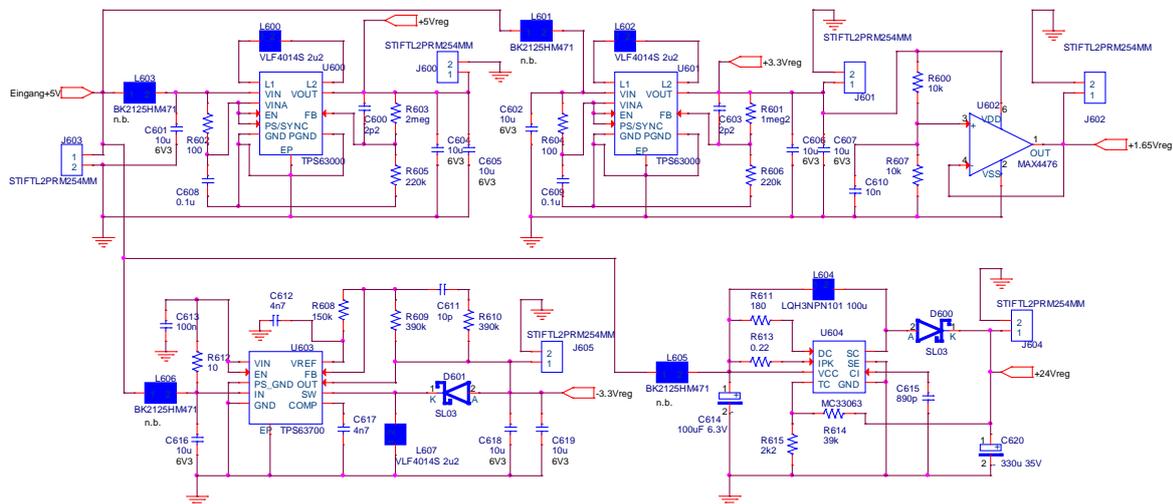


Abbildung 1: Blockschaltbild

Abbildung 1 zeigt das Blockschaltbild. Über die 100-polige Buchsen Leiste wird der Zugriff auf alle Blöcke ermöglicht. Auf der Gegenseite ist der Zugriff über 2-, 4- oder 8-polige Stiftleisten möglich. Dabei kann diese Stiftleiste bestückt werden, alternativ können aber auch Drähte angelötet werden und so flexible Verbindungen auf der Platine hergestellt werden. Zusätzlich gibt es einige frei verfügbare Verbindungsmöglichkeiten.

3. Spannungsversorgung

Für die Versorgung der Platine ist eine Spannung von 5 V vorgesehen. Die kann über die 100 polige Buchsen Leiste, über eine 2 polige Buchse im Bereich der Spannungsversorgung oder über eine Micro USB Buchse eingespeist werden. Da auch die intern benötigten 5 V über einen Schaltregler erzeugt werden, sind die Anforderungen an die eingespeisten 5 V gering.



Titel		Spannungsversorgung	
Size	A4	Document Number	<Doc>
Date:	Thursday, August 27, 2015	Sheet	7 of 10
		Rev	1.0

Abbildung 2: Zentrale Spannungsversorgung

Abbildung 2 zeigt die zentrale Spannungsversorgung. Alle Spannungsversorgungen haben am Eingang einen Ferritbead. Damit ist es möglich, jede Spannungsversorgung einzeln in Betrieb zu nehmen und vor dem Einlöten des Beads den Stromverbrauch zu messen. Mit dem Bead werden Störungen über die Schaltfrequenz minimiert.

Für die Spannungen +5 V und +3.3 V wird ein Regler vom Typ TPS63000 (Texas Instruments, 2015) eingesetzt. Dieser Regler hat insbesondere einen guten Wirkungsgrad, wenn sich Ein- und Ausgangsspannung nur wenig unterscheiden. Der mögliche Eingangsspannungsbereich ist 1.8 V – 5.5 V. Der Regler hat ein QFN10 Gehäuse mit einem exposed PAD. Es wird empfohlen, diesen Regler in einem automatisierten Prozess zu bestücken und zu löten. Zusätzlich wird aus den 3.3 V mit Hilfe eines Operationsverstärkers aktiv die Spannung 1.65 V erzeugt. Die wird als Referenz benötigt, wenn ein Operationsverstärker asymmetrisch mit 3.3 V versorgt wird.

Für die Spannung -3.3 V wird der invertierende Schaltregler TPS63700 (Texas Instruments, 2013) eingesetzt. Er erlaubt bei einer Eingangsspannung von 2.7 V bis 5.5 V eine Ausgangsspannung von -2 V bis -18 V. Verwendet wird diese Spannung für den Einsatz von Operationsverstärkern mit

symmetrischer Spannungsversorgung. Dieser Regler hat ebenfalls ein QFN10 Gehäuse mit exposed Pad und sollte daher automatisch bestückt und gelötet werden.

Für eine höhere Spannung wird der MC33063 (Texas Instrumens, 2015) eingesetzt, der bei einer Eingangsspannung von 3 V bis 40 V eine Ausgangsspannung von 2 V bis 40 V liefern kann. Zur Zeit ist die Dimensionierung auf eine Ausgangsspannung von 27 V ausgelegt, mit der die PIN Photodiode versorgt wird. Es wird das Gehäuse SOIC8 ohne exposed PAD verwendet. Manuelles Bestücken und löten sind daher ohne Probleme möglich.

4. Optoelektronik

Die optoelektronische Komponente besteht aus einem Sender und einem Empfänger für moduliertes Infrarotlicht vorwiegend für die diffuse Freiraumübertragung.

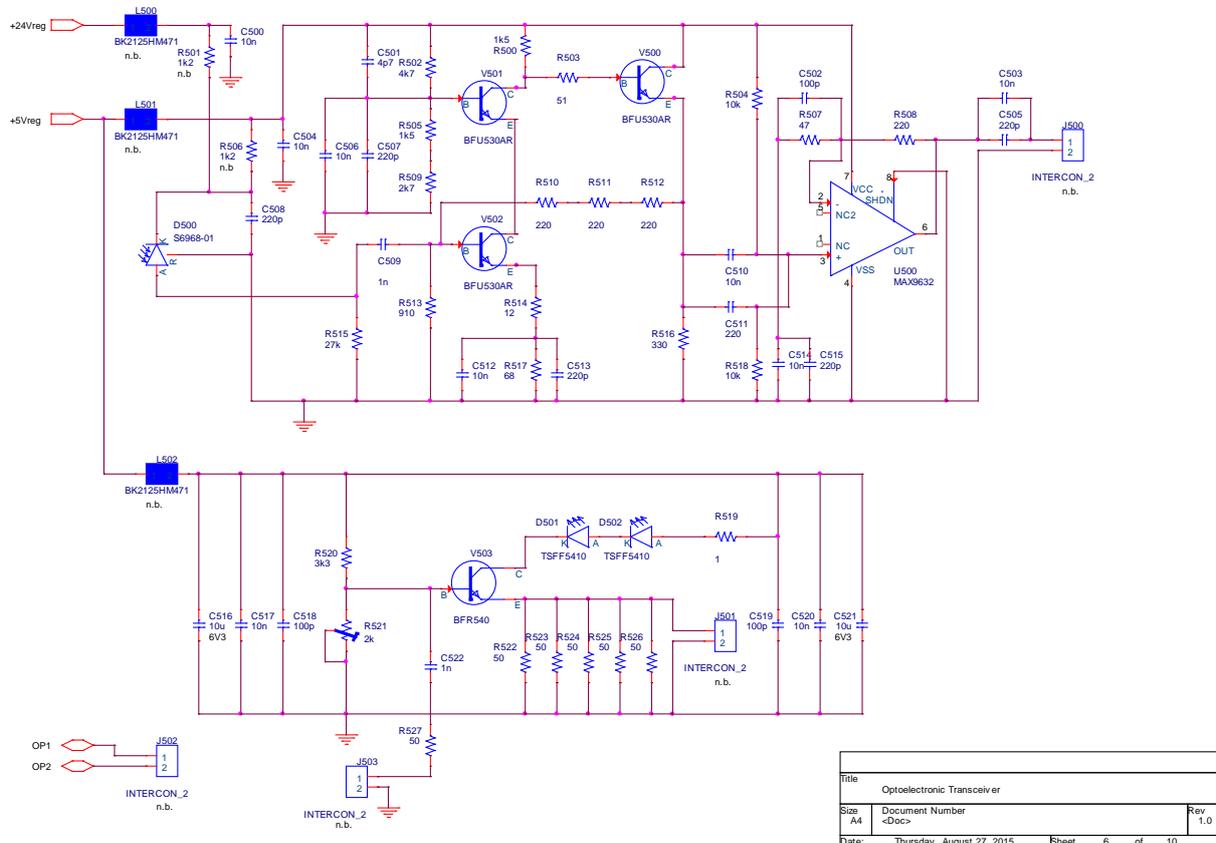


Abbildung 3: Sender und Empfänger für moduliertes Infrarotlicht

Abbildung 3 zeigt die Schaltung von Sender und Empfänger. Als Empfängerdiode wird die Si-PIN Diode S6968-01 (Hamamatsu, 2006) verwendet. Die Diode hat einen Linsendurchmesser von 14 mm. Die Linse ist ein Filter, der das sichtbare Licht unterhalb 750 nm unterdrückt. Die Grenzfrequenz der Diode ist 30 MHz bei einer Sperrspannung von 5 V und 90 MHz bei 27 V. Der Strom der Diode wird mit einem Transimpedanzverstärker in eine Spannung transformiert. Wegen des besseren Rauschverhaltens ist der mit einzelnen Transistoren realisiert. Anschließend erfolgt eine weitere rauscharme Verstärkung mit dem Operationsverstärker MAX9632 (Maxim, 2014).

Für den Sender wird die IR-Diode TSFF5410 (Vishay, 2011) verwendet. Die Diode kann mit maximal 24 MHz moduliert werden. Mit R521 kann der Arbeitspunkt entsprechend der gewählten Modulationsart eingestellt werden. Über J501 kann der Stromverlauf durch die LEDs abgegriffen werden.

5. Hochfrequenz

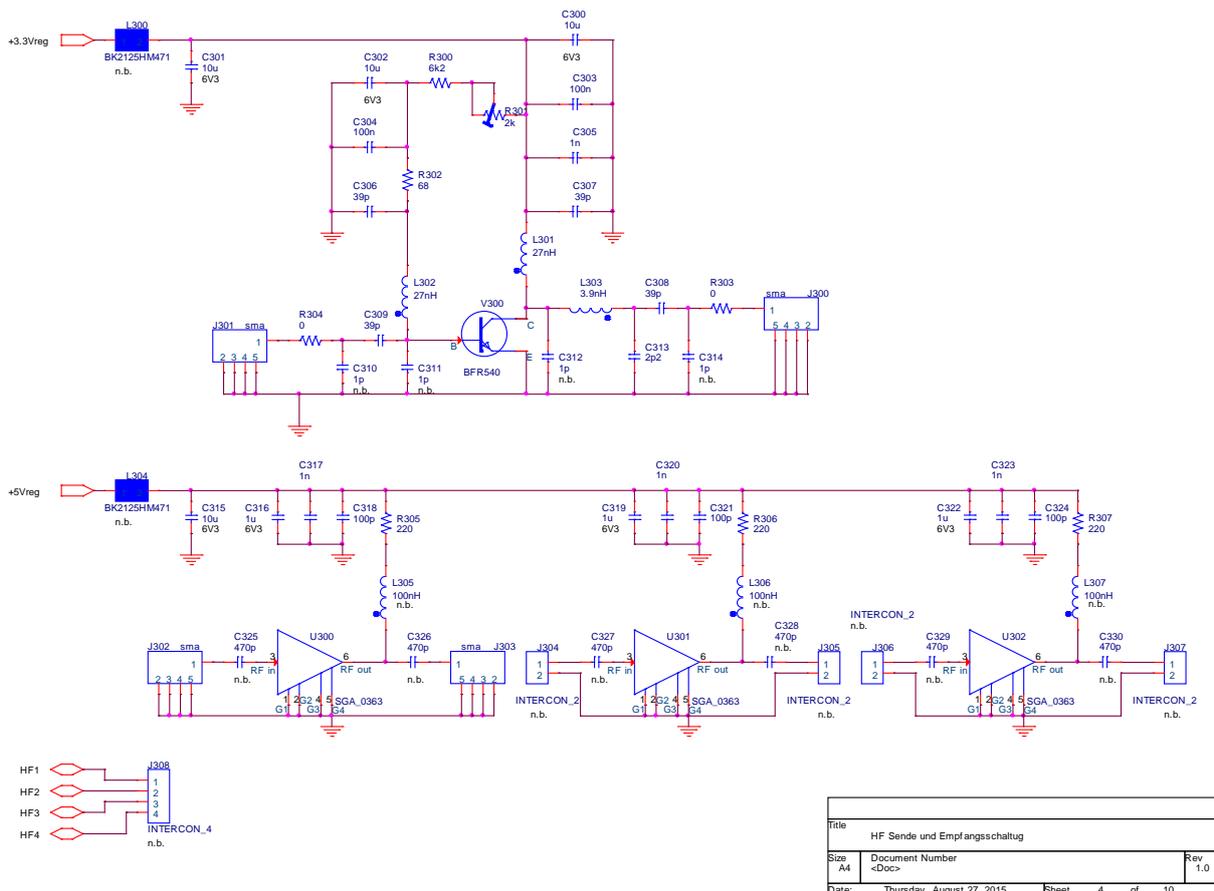


Abbildung 4: Sender und Vorverstärker

Der Hochfrequenzteil besteht aus einem Sender und 3 Vorverstärkerstufen. Der Transistor BFR540 (NXP, 2011) liefert eine Ausgangsleistung von 500 mW bei max. 5 GHz. Mit R301 wird der Arbeitspunkt des Senders eingestellt. Für die Verstärkung auf der Empfangsseite wird der sga0363z (RFMD, 2006) eingesetzt, der bis 5 GHz verwendbar ist. Diese Schaltung eignet sich auch als Vorverstärker für den optischen Sender.

6. Filter mit asymmetrischer Versorgungsspannung

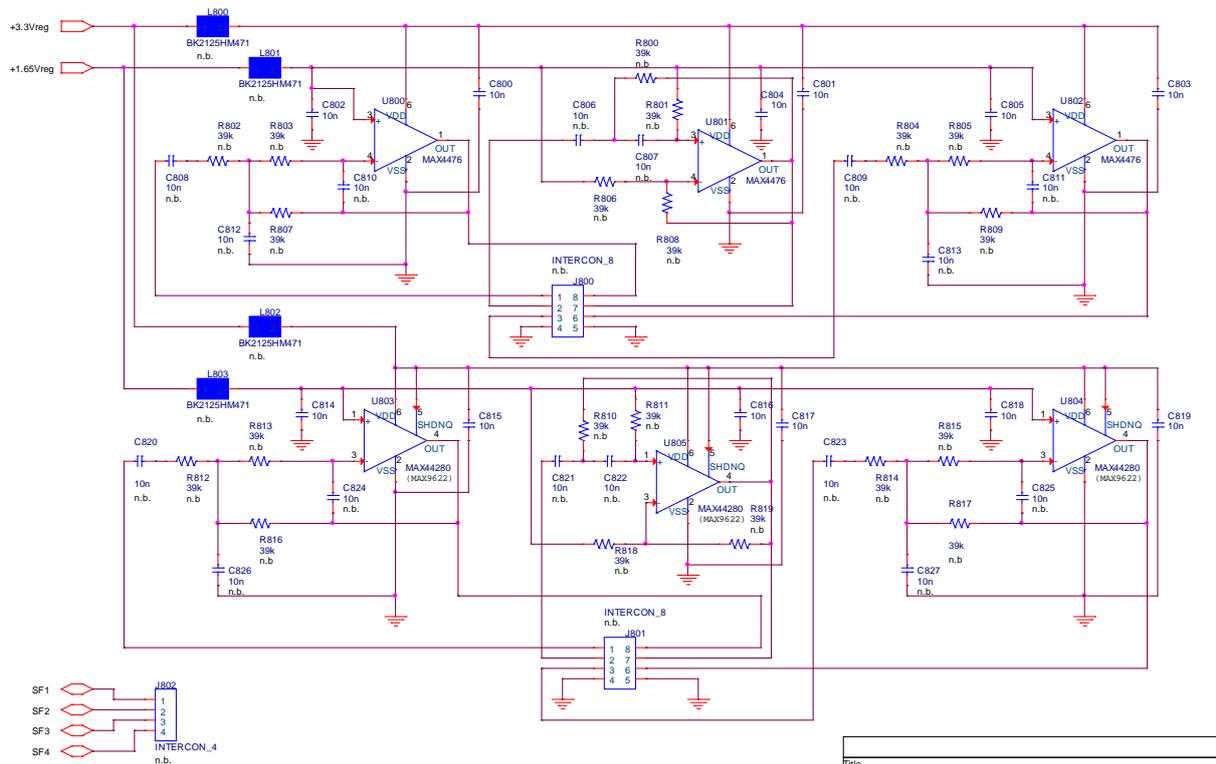


Abbildung 5: Filter mit asymmetrischer Versorgungsspannung

Dieser Schaltungsteil beinhaltet Hoch- und Tiefpassfilter. Die verwendeten Operationsverstärker arbeiten bei einer Versorgungsspannung von 3.3 V. Als Referenz dient außerdem die aktiv erzeugte Spannung von 1.65 V. In der bestückten Version sind alle Operationsverstärker und die entsprechenden Abblockkondensatoren bestückt. Alle frequenzbestimmenden Widerstände und Kondensatoren bleiben zunächst unbestückt. Wenn die Eckfrequenzen und die Filtercharakteristik festgelegt ist, können diese Bauteile entsprechend den Angaben im Lehrbuch (Tietze, Schenk, & Gamm, 2009) berechnet werden. In der oberen Zeile wird der MAX4476 (Maxim, 2012) eingesetzt. Er hat ein Gewinn-Bandbreite Produkt von 10 MHz und ist für eine Verstärkung von 1 kompensiert. Die untere Zeile ist für die Verwendung eines Operationsverstärkers im kleineren SC70 Gehäuse MAX44280 (Maxim, 2012) vorgesehen. Die Bandbreite ist 50 MHz bei einer Kompensation für die Verstärkung 5. Alternativ kann der MAX9622 (Maxim, 2015) verwendet werden, der bei einer Bandbreite von 50 MHz für die Verstärkung 1 kompensiert ist.

7. Filter mit symmetrischer Versorgungsspannung

Diese Schaltung hat den gleichen Aufbau wie bei der asymmetrischen Versorgungsspannung.

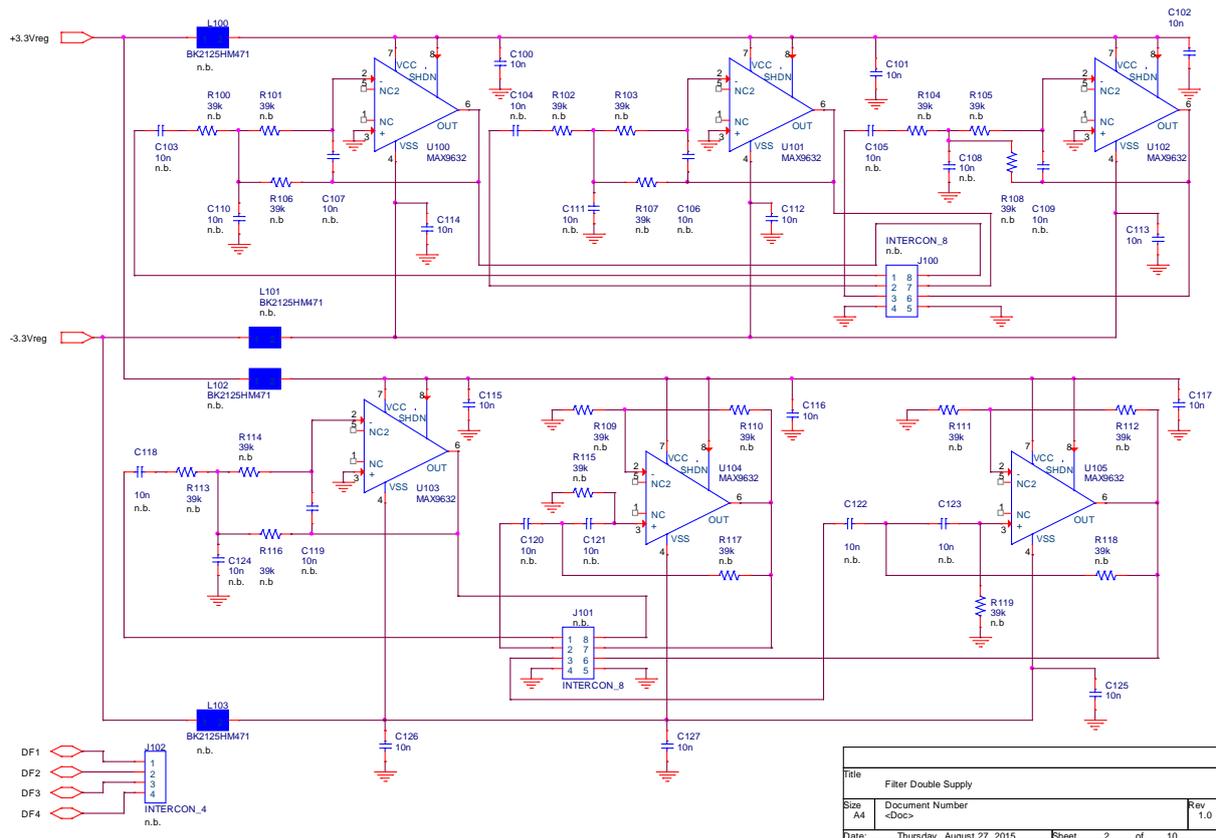


Abbildung 6: Filter mit symmetrischer Versorgungsspannung

Da in dem Fall für die Operationsverstärker eine höhere Spannung verfügbar ist, kann hier der MAX9632 (Maxim, 2014) verwendet werden. Der hat ein deutlich niedrigeres Rauschen. Wenn bei der Schaltung die Kondensatoren am Eingang durch einen Kurzschluss ersetzt werden, kann diese Schaltung auch für eine Gleichspannung um 0 V eingesetzt werden.

8. Differentielle Signale mit asymmetrischer Versorgungsspannung

Dieses Modul enthält verschiedene Schaltungsteile für die Verarbeitung von differentiellen Signalen.

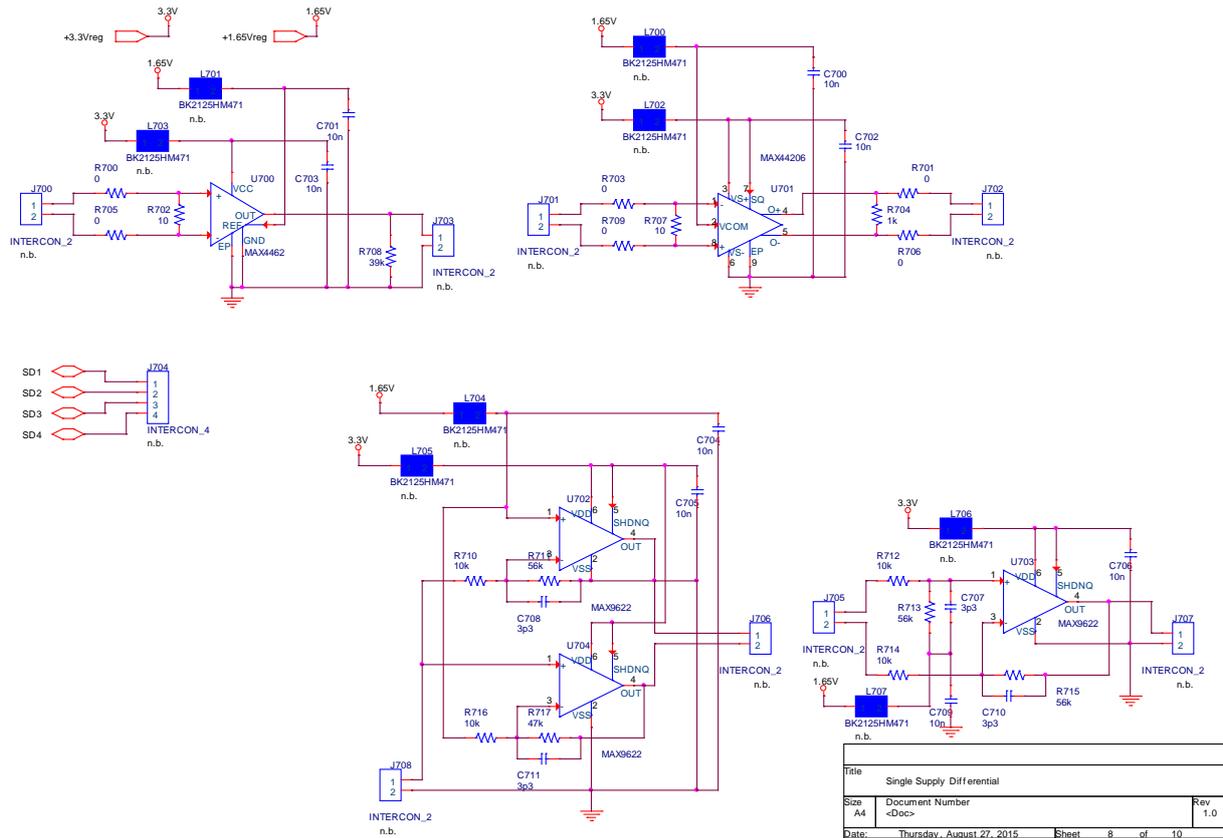


Abbildung 7: Differentiale Signale mit asymmetrischer Versorgungsspannung

MAX 4462TETT+ (Maxim, 2006) ist ein Instrumentierungsverstärker mit einer fest eingestellten Verstärkung von 10. Wenn die Spannungsdifferenz am Eingang Null ist, liegt der Ausgang auf der Referenzspannung von 1.65 V.

MAX 44206 (Maxim, 2014) hat differentielle Ein- und Ausgänge und ist für Frequenzen bis 180 MHz einsetzbar.

Mit U702/U704 kann ein massebezogenes Signal in ein differentielles Signal umgewandelt werden.

Mit U703 kann ein differentielles Signal in ein massebezogenes Signal umgewandelt werden. Im Gegensatz zu U700 kann hier die Verstärkung flexibel über Widerstände eingestellt werden und die Grenzfrequenz ist höher. Bei niedrigen Frequenzen (< 100 kHz) ist U700 präziser.

9. Diverse Schaltungen mit asymmetrischer Versorgungsspannung

Dieser Block enthält Schaltungen mit unterschiedlichen Funktionen.

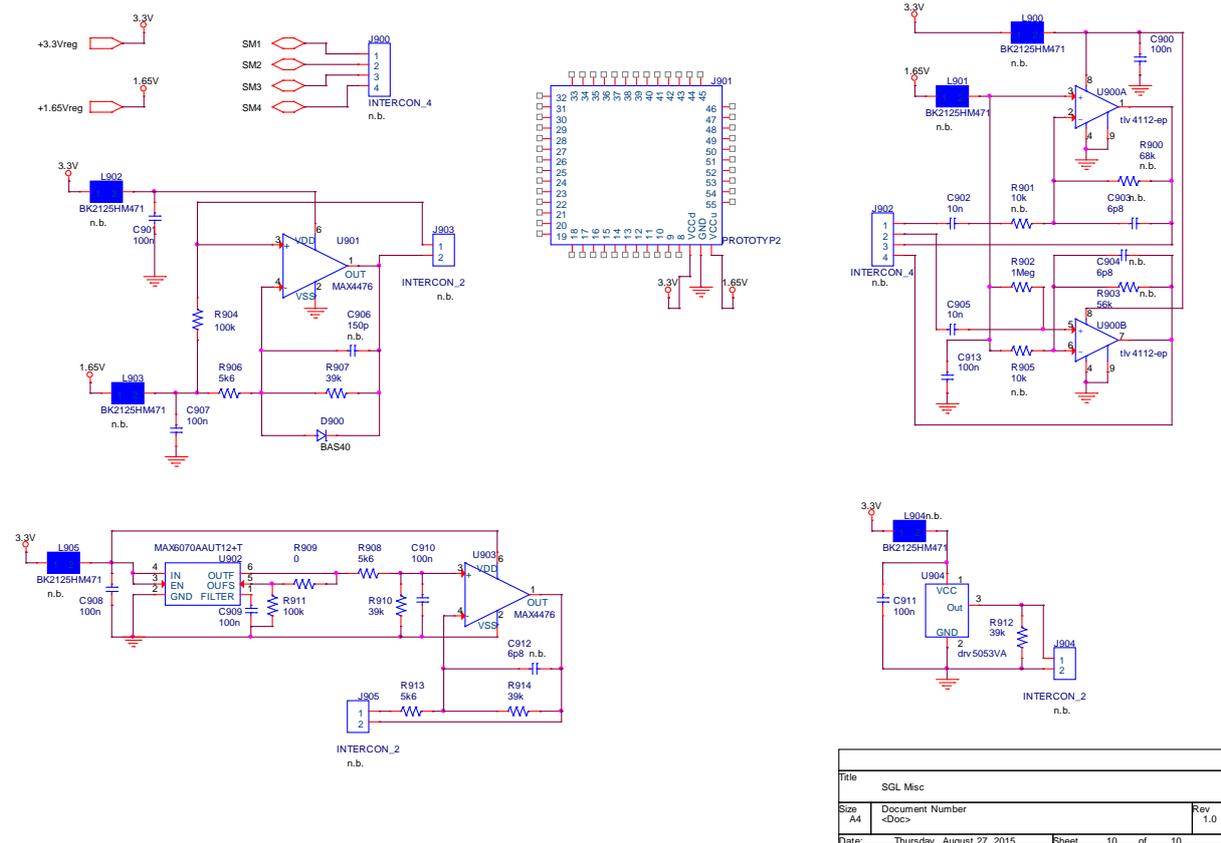


Abbildung 8: Diverse Schaltungen mit asymmetrischer Versorgungsspannung

U901 realisiert einen aktiven Gleichrichter. Verwendet wird die Shottky Diode BAS40 (Infineon, 2009).

Der TLV4112 (Texas Instruments, 2006) beinhaltet 2 Operationsverstärker. Damit wird ein massebezogenes Signal in ein Differenzsignal umgesetzt. Die Schaltung entspricht der Realisierung mit U702/U704. Der TLV4112 liefert allerdings einen maximalen Ausgangsstrom von 300 mA. Damit eignet sich diese Schaltung beispielsweise zur Ansteuerung von Lautsprechern.

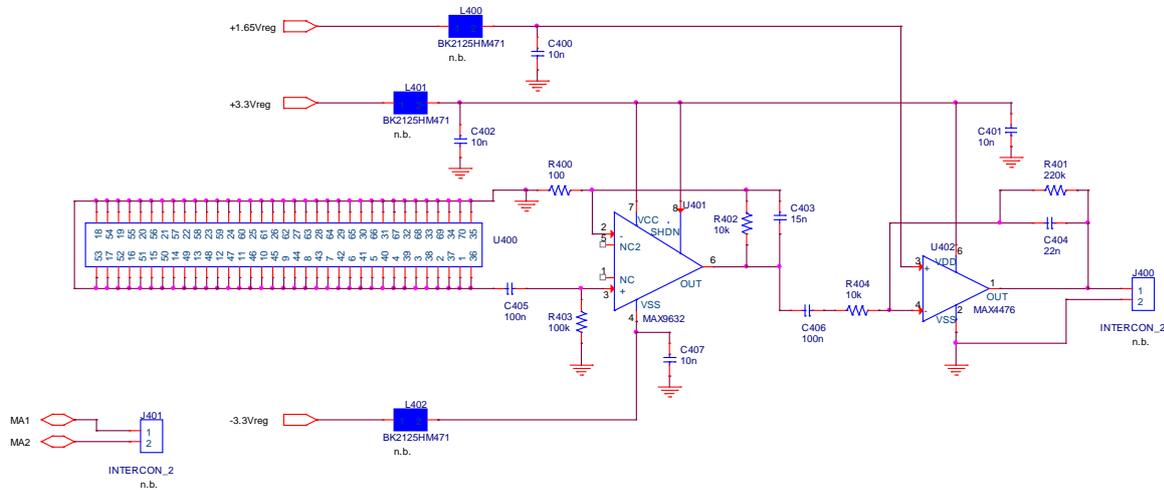
Der DRV5053 (Texas Instruments, 2014) enthält einen Hallensensor zusammen mit einer zusätzlichen Beschaltung. Der Sensor wird mit einer Chopperschaltung betrieben, mit der Schwankungen des Offsets vermieden werden. Ohne Magnetfeld ist die Ausgangsspannung 1 V.

U902/903 realisiert einen Pegelwandler. Damit kann beispielsweise die Ausgangsspannung des DRV5053 auf 1.65 V umgesetzt werden, um so die weiter Verarbeitung mit 3.3 V Schaltungen zu ermöglichen. Das Verhältnis von Eingangs- zu Ausgangsspannung kann durch die Widerstände R908/R910 und R913/R914 angepasst werden.

J901 ist ein frei bestückbarer Bereich ähnlich einer üblichen Laborkarte für SMD Bestückung. Auch in diesem Bereich befindet sich je eine Massefläche unter den Routinglagen. Und innen je eine Fläche für 3.3 V und 1.65 V. Diese Spannungen stehen auch auf den Routinglagen in der Mitte zur Verfügung. Die Routinglagen werden jeweils durch eine Massefläche begrenzt. Alle Pads sind durchkontaktiert, so dass eine beidseitige Bestückung möglich ist.

10. Elektromagnetische Schaltung

Dieser Schaltungsteil enthält eine als Layout realisierte Rogowski Spule. Damit ist eine kontaktlose Messung von Wechselströmen möglich.



Title		
Magnetic		
Size	Document Number	Rev
A4	<Doc>	1.0
Date:	Thursday, August 27, 2015	Sheet 5 of 10

Abbildung 9: Rogowski Spule mit Vorverstärker

Da die Ausgangsspannung der Spule sehr niedrig ist, wird auch hier der rauscharme Operationsverstärker MAX9632 verwendet. Die zweite Stufe ist ein Integrator. Die Ausgangsspannung der Rogowski Spule ist proportional zu di/dt . Nach der Integration steht eine Spannung proportional $i(t)$ zur Verfügung. In der angegebenen Dimensionierung setzt die Wirkung unterhalb von 50 Hz ein. Die Schaltung eignet sich daher zur Darstellung der Netzfrequenz und deren Oberwellen.

11. Digital

Da der Schwerpunkt der Platine bei analogen Schaltungen besteht, sind die Komponenten in der teilbestückten Version der Platine in der Regel nicht bestückt.

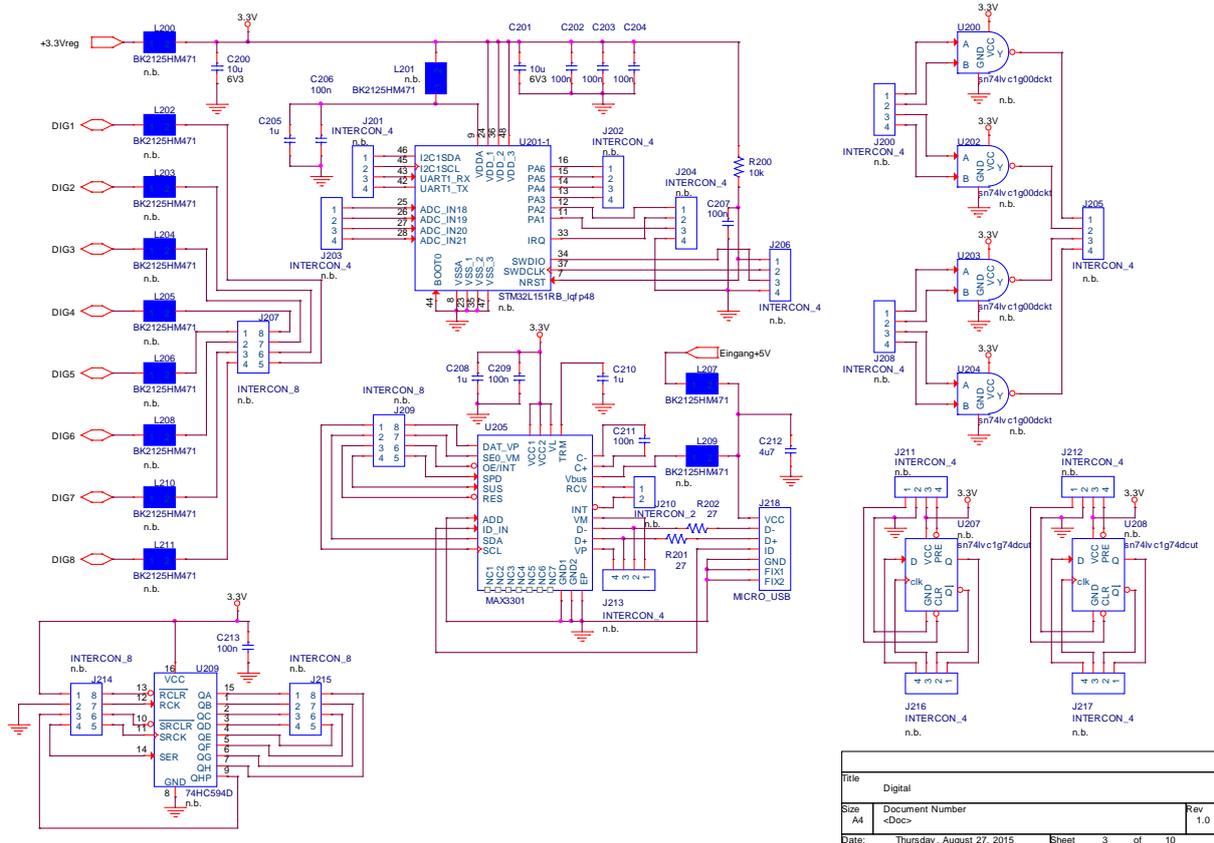


Abbildung 10: Digitale Schaltungen

Eine Ausnahme ist das USB Interface MAX3301 (Maxim, 2007). Diese Komponente hat ein exposed pad und ist daher bei der manuellen Nachbestückung problematisch. Alle Ein- und Ausgänge in diesem Schaltungsteil gehen auf Footprints für Stiftleisten. Hier können Stiftleisten eingesetzt werden, oder eine individuelle Verdrahtung vorgenommen werden. Weiterhin stehen 8 individuell verwendbare Verbindungen zur 100 poligen Buchsen Leiste zur Verfügung. Als Controller kann der STM32L151RB (ST Microsystems, 2015) bestückt werden. Der Controller eignet sich in dieser Schaltung insbesondere wegen seiner integrierten A/D Wandler. Programmiert wird der Controller mit einer JTAG Schnittstelle über J206. Ein entsprechender Programmieradapter ist bei Distributoren verfügbar.

Weiterhin sind Bestückungsmöglichkeiten für diskrete Logik vorgesehen. Da für die dort verwendeten Footprints eine Vielzahl von Bauelementen verfügbar sind, ist auch eine andere als die im Schaltplan eingetragene Bestückung mögli

12. Literaturverzeichnis

- Hamamatsu. (Juni 2006). *s6968-01*. Von http://www.hamamatsu.com/resources/pdf/ssd/s6801_etc_kpin1046e.pdf abgerufen
- Infineon. (November 2009). *BAS40*. Von http://www.infineon.com/dgdl/Infineon-BAS40_BAS140SERIES-DS-v01_01-en.pdf?fileId=db3a304314dca389011518a57ed20e11 abgerufen
- Maxim. (März 2006). *MAX4462*. Von <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX4460-MAX4462.pdf> abgerufen
- Maxim. (Oktober 2007). *MAX3301*. Von <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX3301E-MAX3302E.pdf> abgerufen
- Maxim. (August 2012). *MAX44280*. Von <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX44280.pdf> abgerufen
- Maxim. (Juni 2012). *MAX4476*. Von <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX4475-MAX4489.pdf> abgerufen
- Maxim. (November 2014). *MAX44206*. Von <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX44206.pdf> abgerufen
- Maxim. (Dezember 2014). *max9632*. Von <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX9632.pdf> abgerufen
- Maxim. (April 2015). *MAX9622*. Von <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX9622.pdf> abgerufen
- NXP. (13. September 2011). *BFR540*. Von http://www.nxp.com/documents/data_sheet/BFR540.pdf abgerufen
- RFMD. (2006). *sga0363z*. Von http://www.rfmd.com/store/downloads/dl/file/id/28064/sga0363z_data_sheet.pdf abgerufen
- ST Microsystems. (Januar 2015). *STM32L151RB*. Von <http://www.st.com/st-web-ui/static/active/en/resource/technical/document/datasheet/CD00277537.pdf> abgerufen
- Texas Instrumens. (Januar 2015). *MC33063A*. Von <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/mc33063a.pdf> abgerufen
- Texas Instruments. (09 2006). *TLV4112*. Von <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/tlv4112.pdf> abgerufen
- Texas Instruments. (Juni 2013). *tps63700*. Von <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/tps63700.pdf> abgerufen

Texas Instruments. (09 2014). *DRV5053*. Von <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/drv5053.pdf> abgerufen

Texas Instruments. (Januar 2015). *tps63000*. Von <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/tps63000.pdf> abgerufen

Tietze, U., Schenk, C., & Gamm, E. (2009). *Halbleiter-Schaltungstechnik*. Erlangen und München: Springer.

Vishay. (August 2011). *tsff5410*. Von <http://www.vishay.com/docs/81091/tsff5410.pdf> abgerufen