

Pound-Drever-Hall Mischer



Der [Phasen-Atlas](#) ist eine Alternative, dessen Entwicklung auf den Erfahrungen mit diesem Projekt aufbaut.

Funktion

Literatur zu Pound-Drever-Hall:

- [Notes on PDH by Eric Black \(LIGO\)](#)
- [Master Thesis M. Lally](#)

Anwender

Das [Magnesium-Experiment](#) (Alexander Voskrebenezv, Jan Friebe, Mathias Riedmann)

Schaltungsprinzip

Das Gerät besteht, neben einigen Verstärkern, im wesentlichen aus einem Oszillator und einem Phasendetektor.

LCR-Filter

Das LCR-Filter, das das Rechteck-Signal des Oszillators in eine Sinus-Schwingung umwandelt, muss für die konkrete Frequenz angepasst werden. Auf den Webseiten der [University of York](#) befindet sich ein empfehlenswertes [Formular](#) für die Berechnung eines LC-Filters.

Eine Simulation mit [LTSpice](#) hilft bei der Wahl geeigneter Bauteilwerte. In [dieser Simulationsschaltung](#) sind die Kondensatoren und Induktivitäten als ideal angenommen. Bis etwa 100 Mhz sollte das für "normale" Bauteile ausreichen.



Der Sinn des Filters ist, die Rechteckspannung des Oszillators in einen guten Sinus zu verwandeln. Bei Rechteck-Signalen enthält die Fourier-Reihe nur die ungeraden höheren Harmonischen Frequenzen. Wenn man die Simulation ernst nimmt, dann ergeben sich etwa 60 dB Abschwächung der 3. Harmonischen relativ zum auf der Resonanz liegenden Träger. Das ist mehr als ausreichend.

Werte für spezielle Frequenzen

	R2	L2	C2	C1	L1	R1	Bemerkung
20 MHz	10 Ω	5.6 μ H	10 pF	560 pF	100 nH	100 Ω	

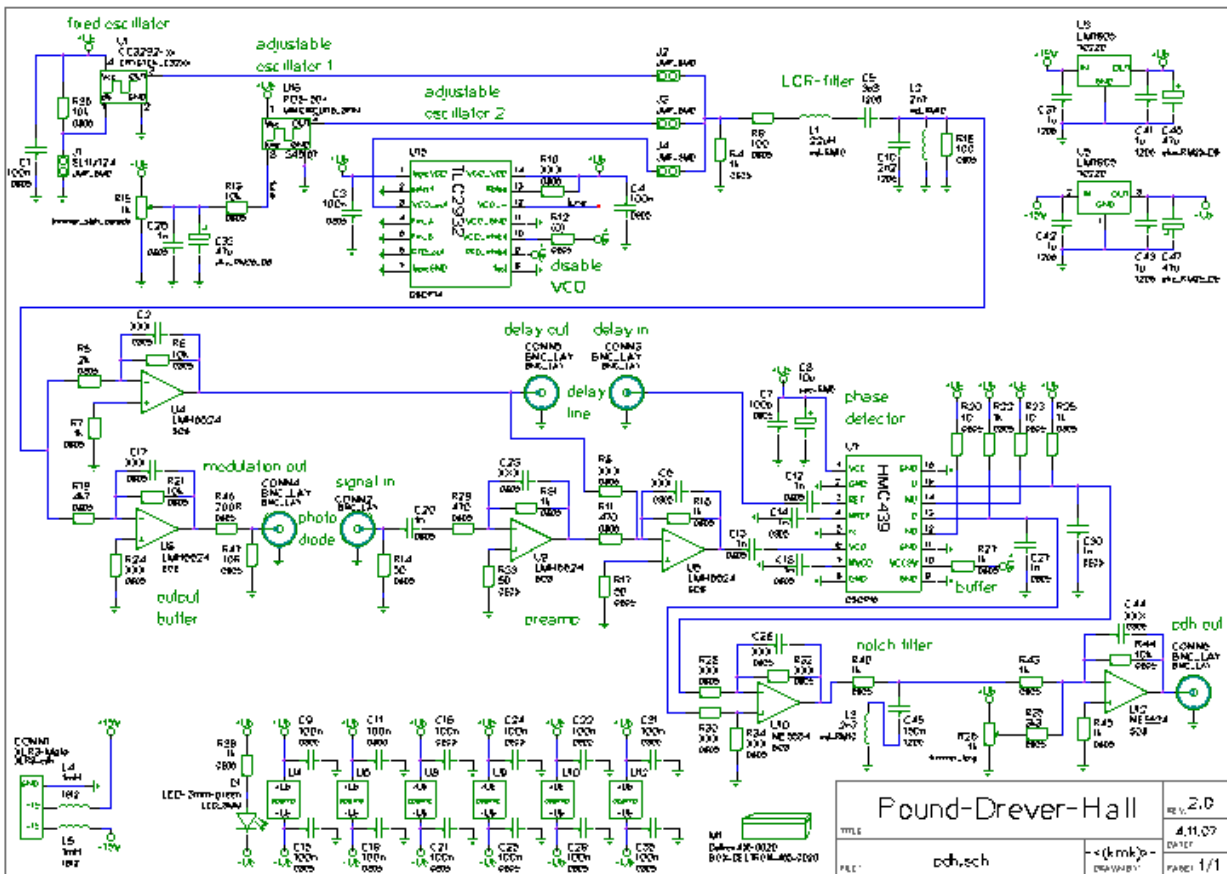
	R2	L2	C2	C1	L1	R1	Bemerkung
22.58 MHz	10 Ω	6.8 μH	6.8 pF	680 pF	68 nH	100 Ω	
24 MHz	10 Ω	5.6 μH	8.2 pF	560 pF	82 nH	100 Ω	
33 MHz	10 Ω	5.6 μH	4 pF	220 pF	100 nH	100 Ω	Kompromiss wg L1
33 MHz	10 Ω	6.8 μH	3.3 pF	680 pF	33 nH	100 Ω	schmal und tief
45 MHz	10 Ω	5.6 μH	2.2 pF	560 pF	22 nH	100 Ω	etwas breiter
50 MHz	10 Ω	10 μH	1 pF	1 nF	10 nH	100 Ω	schmal und tief
50 MHz	10 Ω	2.2 μH	4.7 pF	560 pF	18 nH	100 Ω	etwas breiter

Schaltplan

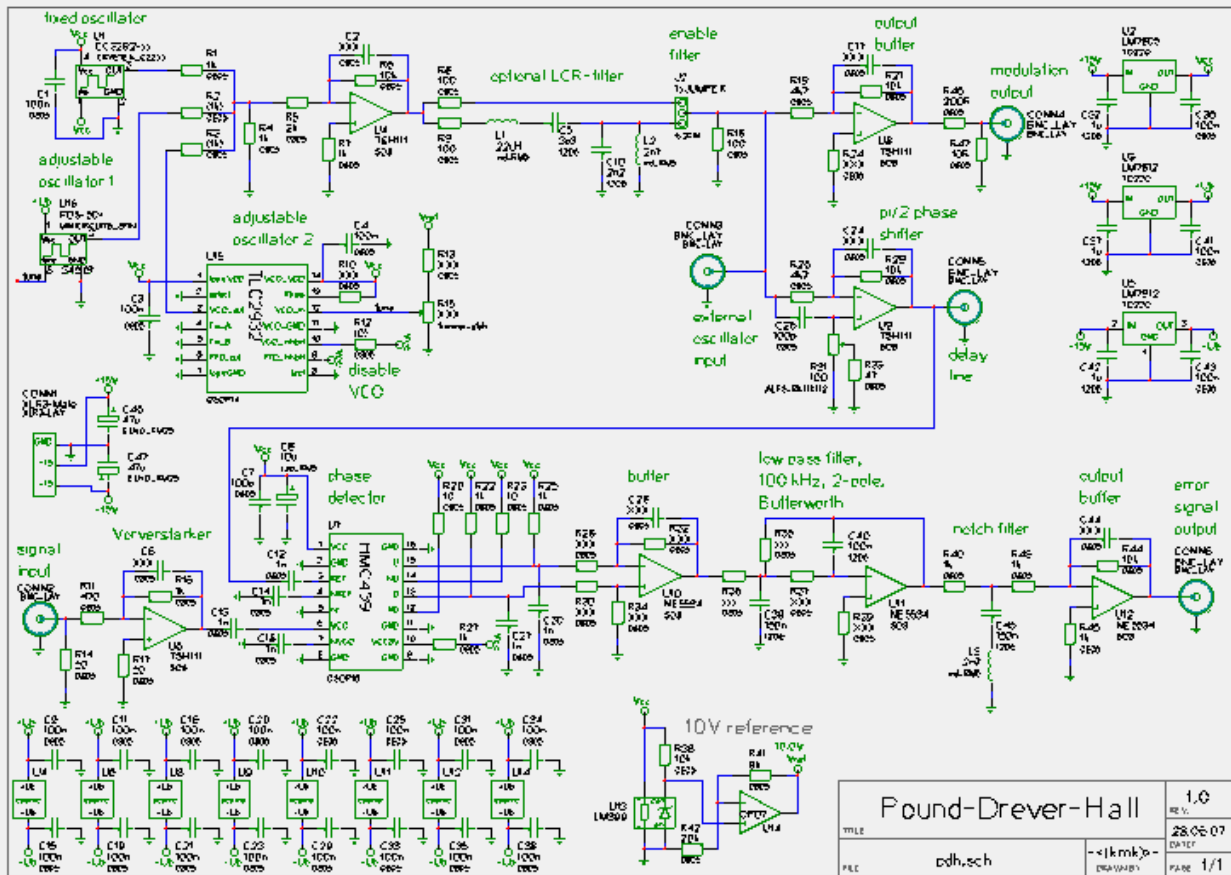


Vorsicht: In der Version 1 sind einige für die Funktion entscheidenden Änderungen noch nicht enthalten. Insbesondere fehlt die Verbindung zwischen Referenz und dem zweiten Eingang des Phasen-Detektors. Die Version 1 ist hier verlinkt als Referenz für die nach diesem Plan angefertigten drei Pilot-Exemplare.

- Die Source des Schaltplans im geda-Format findet sich auf der [Download-Seite des Wiki](#)
- Der Schaltplan im Postscript-Format: [pdh_sch.ps \(version 1\)](#)
- Der Schaltplan als encapsulated Postscript: [pdh_sch.eps \(version 1\)](#).
- Der Schaltplan als png-Graphik. Eine besser aufgelöste Version ist als Link hinterlegt:



Version 1:



Bauform

- Gehäuse: [Deltron 456 00020](#)
- Versorgung: Standard +/-GND über [XLR3-Kabel](#), maximal +/- 20V. Stromaufnahme: +160 mA und -70 mA.



In den Spannungskonstanten fällt die Differenzspannung bis 5 V ab mit entsprechend großer Abwärme. Bei 20V sind das knapp 2.5W. Damit ist eine gute thermische Verbindung zum Gehäuse als Kühlkörper erforderlich. Beim Betrieb mit 7V kann auf diese mechanische Verbindung verzichtet werden.

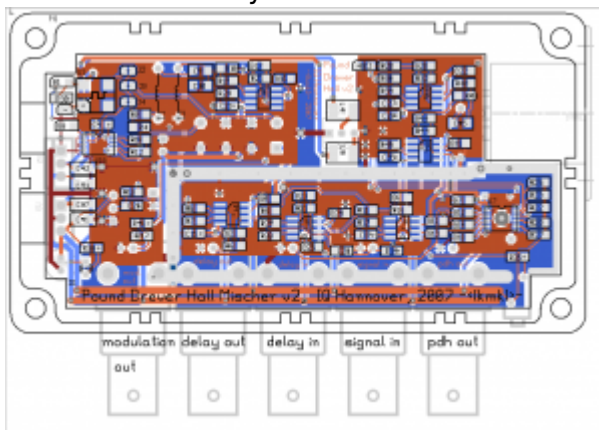
- Ausgang1: AC-Modulation des Lasers mit Betriebsfrequenz. Die Amplitude ist einstellbar durch passende Bestückung des Spannungsteilers am Ausgang.
- Eingang: Photodiodensignal vom Resonator.
- Ausgang2: Eine Spannung an einer BNC-Buchse, die sich als Fehlersignal zur Regelung eines Laser eignet. (Wertebereich: -5 V ... +5V)
- Anzeigen: Eine LED, die bei angelegter Betriebsspannung leuchtet.

Layout

Bei der Inbetriebnahme des ersten Prototypen stellte sich heraus, dass sich der Phasendetektor durch Einstreuung von Oberwellen aus vom Oszillator irritieren lässt. Im Layout der Version 2 wurde daher der Oszillator soweit wie möglich von dem Phasendetektor abgerückt. Die Masse-Fläche ist so gestaltet, dass der Detektorteil-Teil mit einer zusätzlichen Schirmung aus verzinnemtem Stahlblech gegen störende Einflüsse von außen versehen werden kann. Wegen der doch recht umfangreichen Änderungen muss die Platine neu geroutet werden.

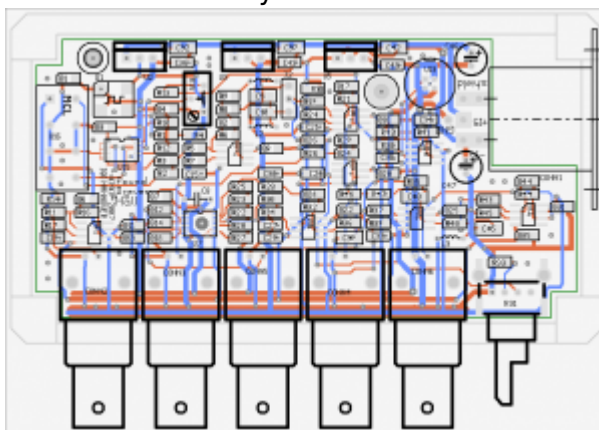
Layout der Version 2

- Die Source des Layouts im pcb-Format und als Gerberdaten zur Herstellung der Platine liegen auf der [Download-Seite des Wiki](#)
- Der Bestückungsdruck der Oberseite mit [Bauteilnummern](#) und mit [Bauteilwerten](#)
- Der Bestückungsdruck der Unterseite mit [Bauteilnummern](#) und mit [Bauteilwerten](#)
- Ansicht der [Oberseite](#) und der [Unterseite](#) mit Leiterbahnen
- Screenshot des Layouts:



Layout der Version 1

- Die Source des Layouts im pcb-Format liegen auf der [Download-Seite des Wiki](#)
- Der Bestückungsdruck mit Bauteilnummern: [pdh.ps.frontsilk.ps](#)
- Der Bestückungsdruck mit Bauteilwerten: [pdh.ps.frontassembly.ps](#)
- Screenshot vom Layout:



Kalkulation

Materialaufwand Pound-Drever-Hall Mischer

was	Anzahl	Einzelbetrag	Gesamt	Kommentar
Platine	1	25.00 €	25.00 €	Basista Kleinserie auf 15 Stück umgelegt
Gehäuse	1	18.00 €	18.00 €	Deltron 455-0020
Anschlüsse	5	2.90 €	14.50 €	BNC, liegend, isoliert
Versorgung	1	4.00 €	4.00 €	XLR3, 7805, 7905, Drosseln, Elcaps
Opamp LMH6624	4	4.10 €	16.40 €	
Opamp NE5534	2	0.30 €	0.60 €	
Phasendetektor	1	25.00 €	25.00 €	Hittite HMC439S16G
Oszillator	1	3.00 €	3.00 €	
L	4	0.45 €	1.80 €	
R, C	70	0.02 €	1.40 €	
		Summe	109.70 €	

Eine Bestückung der SMD-Teile durch einen externen Dienstleister würde etwa 30 € pro Stück kosten. Dazu kommt noch der Aufwand für die Löcher im Gehäuse und die Montage der konventionellen Bauteile.

Meckerliste

Dinge, die in der ersten Version auffielen und für die zweite verbessert wurden: [Archiv PDH](#)

Dinge, die in der zweiten Version auffielen und für Nachfolge-Versionen geändert werden sollten.
(✗: verworfen, ✓: in Arbeit, ✓: im Schaltplan, aber noch nicht im Layout, ✓: erledigt)

1. Eine trennbare Verbindung zwischen Gehäuse und Masse.
2. ✓ Einige Werte im Bestückungsdruck stehen auf dem Kopf.
3. Schutzdioden für die Spannungskonstanten.
4. Schutzdioden gegen Verpolung
5. LMH6624 mit maximal 1k in der Rückkopplung
6. Spannungsteiler für die Referenzfrequenz
7. 50 Ohm Abschluss für die Delay-Leitung.
8. (Noch) bessere Masse-Führung
9. Den LC-Filter umdrehen (Erst den Shunt, dann die Sperre)
10. Oszillator und Filter noch näher und so dass der Strom direkt zurück fließen kann.
11. Induktivitäts-Magie am Eingang des Phasendetektors.
12. Platine so, dass sie ohne Bastelei auch in das Hammond-Gehäuse passt.
13. Die Induktivitäten des LC-Filters sollten senkrecht zueinander angeordnet werden.
14. Die Widerstände am Differenzverstärker U10 sollte 100k sein.

From:
<https://elektroniq.iqo.uni-hannover.de/> - **ElektronIQ**

Permanent link:
https://elektroniq.iqo.uni-hannover.de/doku.php?id=eigenbau:pound-drever-hall_mischer:start

Last update: **2017/04/18 13:24**

