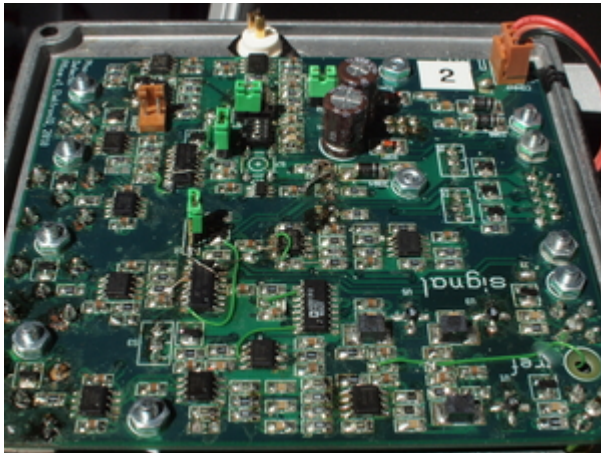


# Phasendetektor-Atlas



## Funktion

Die relative Phase von zwei HF-Signalen wird ermittelt und als analoge Spannung ausgegeben. Diese Spannung wird integriert und optional invertiert.

Der Phasendetektor kann als Teil einer PLL-Regelung eines DC-Lasers, oder für Pound-Drever-Hall-Stabilisierung eines Lasers auf eine Cavity eingesetzt werden.

## Performance

Der Phasendetektor liefert für Trägerfrequenzen zwischen 10 MHz und 800 MHz ein vernünftiges Ausgangssignal. Die analoge Bandbreite des Ausgangs liegt bei etwa 10 MHz. Die Bandbreite kann durch eine von schnelleren Operationsverstärkern auch deutlich höher ausfallen. Es ist jedoch nur eine Bandbreite sinnvoll nutzbar, die etwa eine Größenordnung kleiner als die Trägerfrequenz ist.

## Optionen und Alternativen

Der Phasendetektor kann auch mit deutlich niedrigeren Eingangsfrequenzen ein valides Signal liefern. Dafür muss die AC-Kopplung der Eingangsverstärkung mit größeren Kapazitäten modifiziert werden. Außerdem sollte das RC-Netzwerk hinter dem Phasendetektor-IC an die niedrige Trägerfrequenz angepasst werden.

Wenn der Phasendetektor überbrückt wird, kann die Verstärkerstruktur der Eingangsstufe für Frequenzen bis etwa 1 GHz genutzt werden.

## Datum

Inbetriebnahme des Prototypen: Oktober 2010 Zweite, verbesserte Version: Herbst 2011

## Status

Zwei Prototypen sind aufgebaut und wurden bei ATLAS erprobt.

Eine zweite Version mit dem Ziel verbesserter HF-Eigenschaften wurde erstellt. Außerdem wurden nicht benötigte Features weggelassen. Von dieser verschlankten Version sind acht Leiterplatten hergestellt, aufgebaut und im Einsatz. Eine Kleinserie von 24 Leiterplatten wurde nachbestellt.

Aufwand für Nachbau: Eine Anzahl von unbestückten Leiterplatten sind vorhanden. Es gibt eine passende Lötpastenmaske für eine Bestückung mit einer Lötung im Ofen. In den Deckel des Gehäuses müssen etwa zehn Löchern gebohrt werden.

## Entwickler

Kai-Martin, [knaak@iqo.uni-hannover.de](mailto:knaak@iqo.uni-hannover.de)

## Anwender

Ulrich Velte (ATLAS), KRb

## Schaltungsprinzip

Die beiden Eingänge werden mit MMIC-Bausteinen so weit verstärkt, dass ein ausreichender Pegel für einen digitalen Phasendetektor erreicht wird. Ein passives RC-Netzwerk dient dazu, die Trägerfrequenz weitgehend wegzufiltern. Das verbleibende Phasensignal wird einerseits direkt an einem Ausgang geführt und andererseits gefiltert und integriert.

## Schaltplan

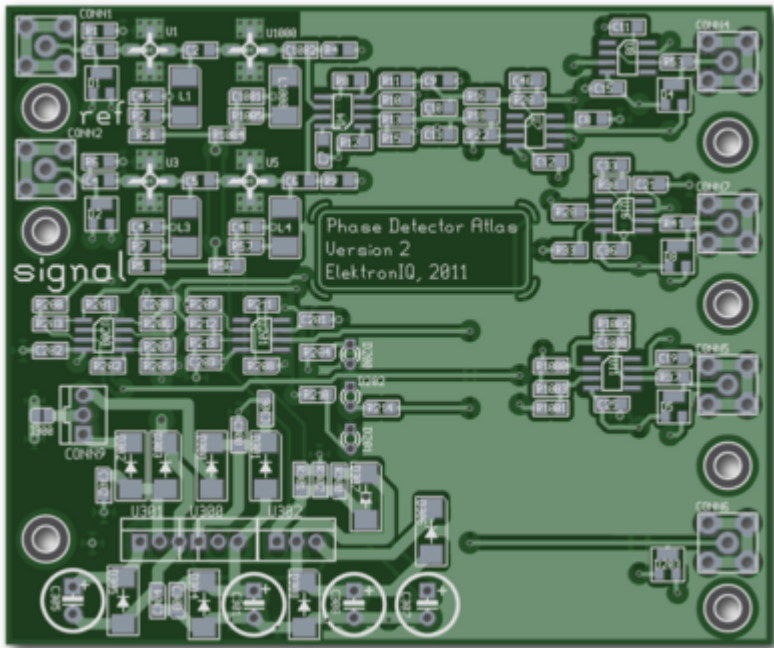
Der Schaltplan verteilt sich über drei Blätter: [Schaltplan Version 2 \(Version 1\)](#)

Die Source des Schaltplans ist auf der [Download-Seite des Wiki](#) abgelegt.

## Layout

- Abmessungen der Leiterplatte: 101 mm x 90 mm, vier Lagen
- Versorgung:  $\pm 15\text{ V}$
- Eingang: Signal und Referenz, SMA
- Ausgang:
  - relative Phase, SMA
  - integrierte relative Phase, BNC

- 2x Monitor-Anschlüsse, BNC
- Anzeige: Drei LEDs zeigen den momentanen Pegel des integrierten Phasensignals →  
grob positiv / grob negativ / um die Null
- Der [Bestückungsdruck](#) im PDF-Format ([Version 1](#))
- Die Source des Layouts im pcb-Format und Gerberdaten für Nachbestellung liegen auf der [Download-Seite des Wiki](#).



## Gehäuse

Aludruckguss, Typ Hammond 1590QBG, 120x120x30mm, schwarz.

- Die Source der Konstruktionszeichnung liegt auf der [Download-Seite des Wiki](#).
- Die [Konstruktionszeichnung des Gehäuses](#) im PDF-Format.

## Test

An den Referenz- und den Signal-Eingang einen Sinus mit leicht unterschiedlicher Frequenz anlegen (z.B. 50 MHz und 50.000.010 Hz). Der Pegel der Referenz sollte -5 dBm sein. Der Pegel des Signals sollte -20 dBm sein (hängt von der MMIC-Vorverstärkung ab).

unter diesen Bedingungen sollte am Phase-Monitor Ausgang ein Sägezahn mit der Differenzfrequenz zu sehen sein. Die Status-LEDs sollten mit der Differenzfrequenz zwischen grün und einer der beiden anderen Farben wechseln.

## Bedienung

Die Integrationskonstante und die Verstärkung kann mit DIP-Switches eingestellt werden.

## Bilder

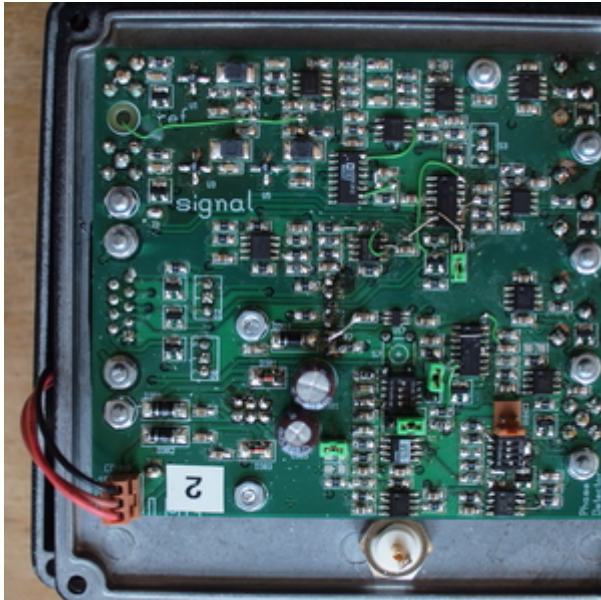


[mmic\\_im\\_einsatz.jpg](#)

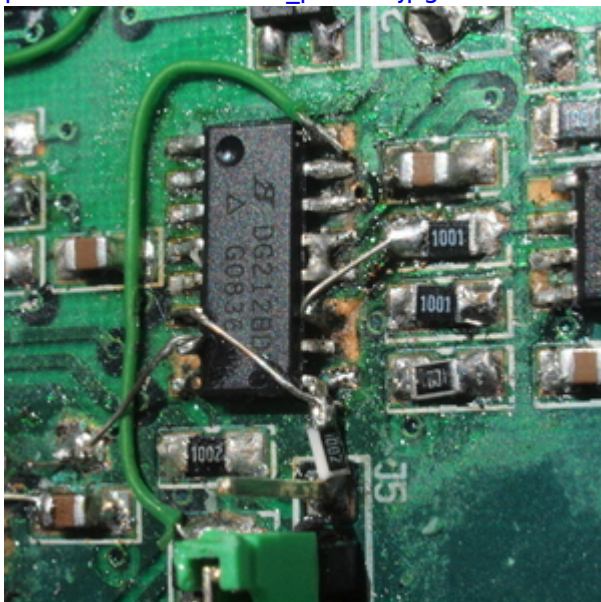


[phasendetektor-atlas\\_aussen.jpg](#)

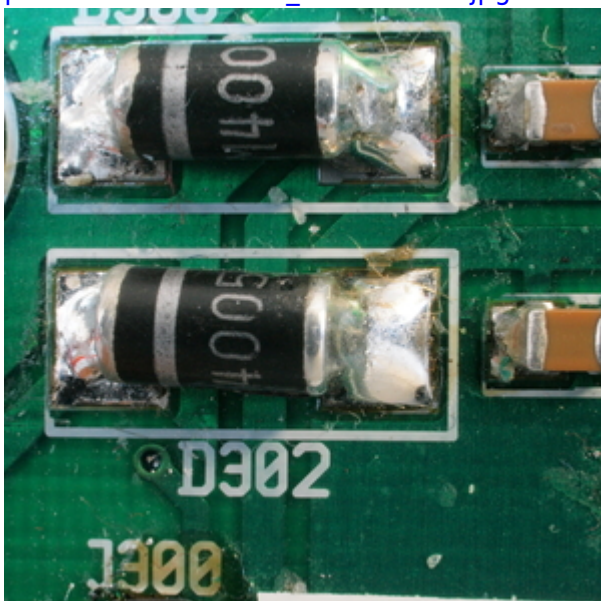




[phasendetektor-atlas\\_platine.jpg](#)



[phasendetektor-atlas\\_strick-bastel.jpg](#)



[smd-dioden\\_1n4005.jpg](#)

Kalkulation



was	wieviel	E-Preis	Preis	Anmerkung
Leiterplatte	1x	125.00 €	125.00 €	1/2 von 250 EUR (Vier-Lagen-Prototyp)
Gehäuse	1x	16.70 €	16.70 €	Hammond 1590LLBBK
*	?x	??.?? €	??.?? €	...
R,C	??x	0.02 €	0.22 €	Bauform 0805
Bestückung			??.00 €	bei SRM
Verschnitt			?.?? €	
	Summe		??.?? €	

Meckerliste

Was für die nächste Version zu tun ist: (



: verworfen,



: in Arbeit,



Schaltplan, aber noch nicht im Layout,

: im





: erledigt)



1. Der Quad-Analogschalter DG211 braucht an Pin12 eine dritte Versorgungsspannung in Höhe von 5V.
2. IC U6 hat den Value "unknown" → "MC12093"
3. IC 4 hat auch den Wert "unknown" → "MCH12140"
4. R2 auf 470Ω (für MAR1)
5. U1 auf MAR1 als Pegelbegrenzer
6. U5 auf MSA0886
7. U5 auf MAR1
8. R7 auf 200Ω (für MSA0886)
9. R57 auf 470 R (für MAR1)
10. Die Diode auf der Rückseite kollidiert mit dem Spannungsregler



11.

Löcher für die BNC-Buchsen könnten 1-2 Zehntel größer



Nur noch SMA

Die



12.

Löcher für die M3-Schrauben der SubD-Buchse sollten etwas größer  
ist weggefallen.



Die

SubD-Buchse



13.

Das

M3-Loch der Spannungsregler sollte einen größeren Abstand zu den Pins haben.  
Spannungsregler werden in Version 2 an das Gehäuse geschraubt.

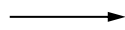




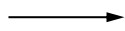
14.

Die

MMICs brauchen mehr Spannung!



Einen zusätzlichen Spannungsregler +12V



Variabler Spannungsregler LM317

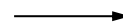
15. BAT54C statt BAT64-04, da deutlich günstiger





16.

Kodierschalter sollten für "Gullwing" einen breiteren Footprint haben  
Kodierschalter in v2



Die

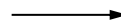
Keine



17.

R45

bis R48 sollten sinnvollere Werte als  $1\text{k}\Omega$  haben.

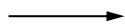


Sind in v2 weggefallen



18.

DG212 statt DG211!

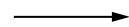


Keine rechnergesteuerte Umschaltung in v2



19.

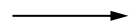
Up-Widerstände am Pin 9 von U16 und Pin16 von U13 fehlen.  
rechnergesteuerte Umschaltung in v2



Keine

Pull-

20. Pin7 von U16 und von U10 sollte nach Masse statt nach +5V gezogen werden.  
Keine rechnergesteuerte Umschaltung in v2





21.

Integrator mit AD820 statt mit LM9909.



Kein Integrator in v2

Den



22. Widerstände um U16 als 1k statt 10k. sind weggefallen

Die





23.

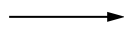
C17

auf 1nF statt 100nF. → Kein Frequenzteiler in v2



24.

heißt AD**G**1312.



Kein Analogschalter in v2

U14



25.

16 von U14 braucht einen Pull-Up statt Pull-Down.



Kein Analogschalter in v2

Pin



26.  
10 sollte an Masse statt an +5V.→ Kein Analogschalter in v2

Pin



27.

Pin 7

von U6 muss umgekehrt angesteuert werden.  
v2



Keine umschaltbare Invertierung in



28. Das  
Signal mit Frequenzteilung braucht einen getrennten Eingang mit eigener Vorverstärkung.  
→ Kein Frequenzteiler in v2





29.

Mehr

Vorverstärkungsstufen im Signal-Gang

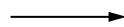


Zwei mal 30 dB sollten immer reichen.



30.

Befestigungsschrauben brauchen mehr Platz



SMA ist nicht so dick, wie BNC

Die



31.

Aussparung für die SubD-Buchse sollte größer



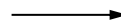
kein SubD in v2

Die



32.

Bohrungen mit 10mm Durchmesser für die Schalter



keine Schalter in v2

33. Die Bohrungen für den XLR-Stecker fehlen



34.

großen, stehenden BNC-Buchsen, bestücken.



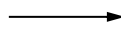
keine BNCs mehr in v2

Die



35.

Status LEDs haben die falsche Reihenfolge



D201 und D202 vertauschen

Die





36.

Status-LEDs rot-grün-gelb statt rot-grün-rot  
Anordnung haben.



Unnötig, wenn die LEDs die richtige



37.

Die

Vorwiderstände für die LEDs könnten kleiner. 4k7  $\longrightarrow$  2k

38. Die LEDs sollten mit einem Transistor angesteuert werden, um Strom zu sparen.



39.

Begrenzungsdioden D11 und D12 müssen in Reihe statt parallel



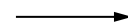
keine Begrenzung

Die



40.

Verstärker U15 hat für LMH6609 ein zu komplizierte Rückkopplung  
eventuell auch U12.



LM7121,

Der



41.  
(noch) mehr Vias zur Masse im schnellen Ast.



42. Status-Signal sollte auf einen Ausgang geführt werden

Das



43.

automatische Umschaltung des Reglers abhängig davon, ob die Phase läuft.  
Regler in v2



Eine  
kein

44. Ein Schalter, der den Ausgang öffnet.



45. Der Schalter im HF-Pfad beeinträchtigt das Signal in Amplitude und Offset. Außerdem erzeugt der Phasendetektor auch beim n-fachen der Frequenz einen vernünftigen Ausgang  
Frequenzteilung kann weg. Bei den Prototypen ist der Schalter am IC14 überbrückt.  
Keine Frequenzteilung mehr
46. Es ist wünschenswert, die Verstärkung im Signalpfad besonders hoch ausfallen zu lassen.  
zweimal einen MSA0886 mit Vorwiderstand 200  $\Omega$ .
47. Für viel Verstärkung ohne hohe Versorgungsspannung wäre der MMIC MGA-62563 besser geeignet. Der hat nebenbei besonders wenig Rauschen. Alternativ BGA427. Hauptnachteil: Diese MMICs kommen in anderen Bauformen.
48. Der Ausgang fast-out braucht eine Offset-Kompensation

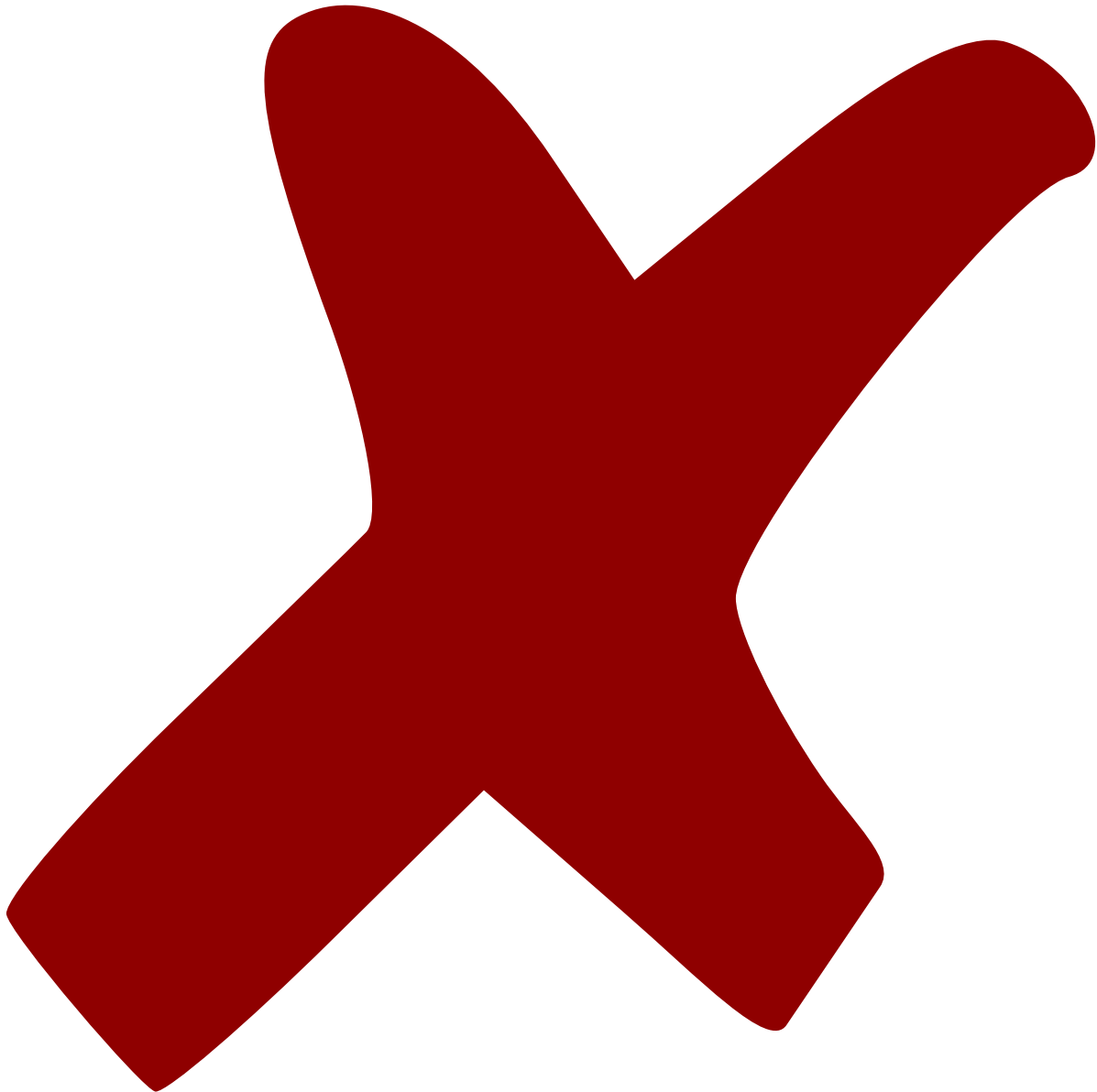




49.

Schutzdioden für de Spannungsregler sollten 1N1001 statt 1N148 sein.

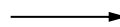
Die



50.

Die

Spannungsregler sitzen zu eng nebeneinander.  
Steckverbinder

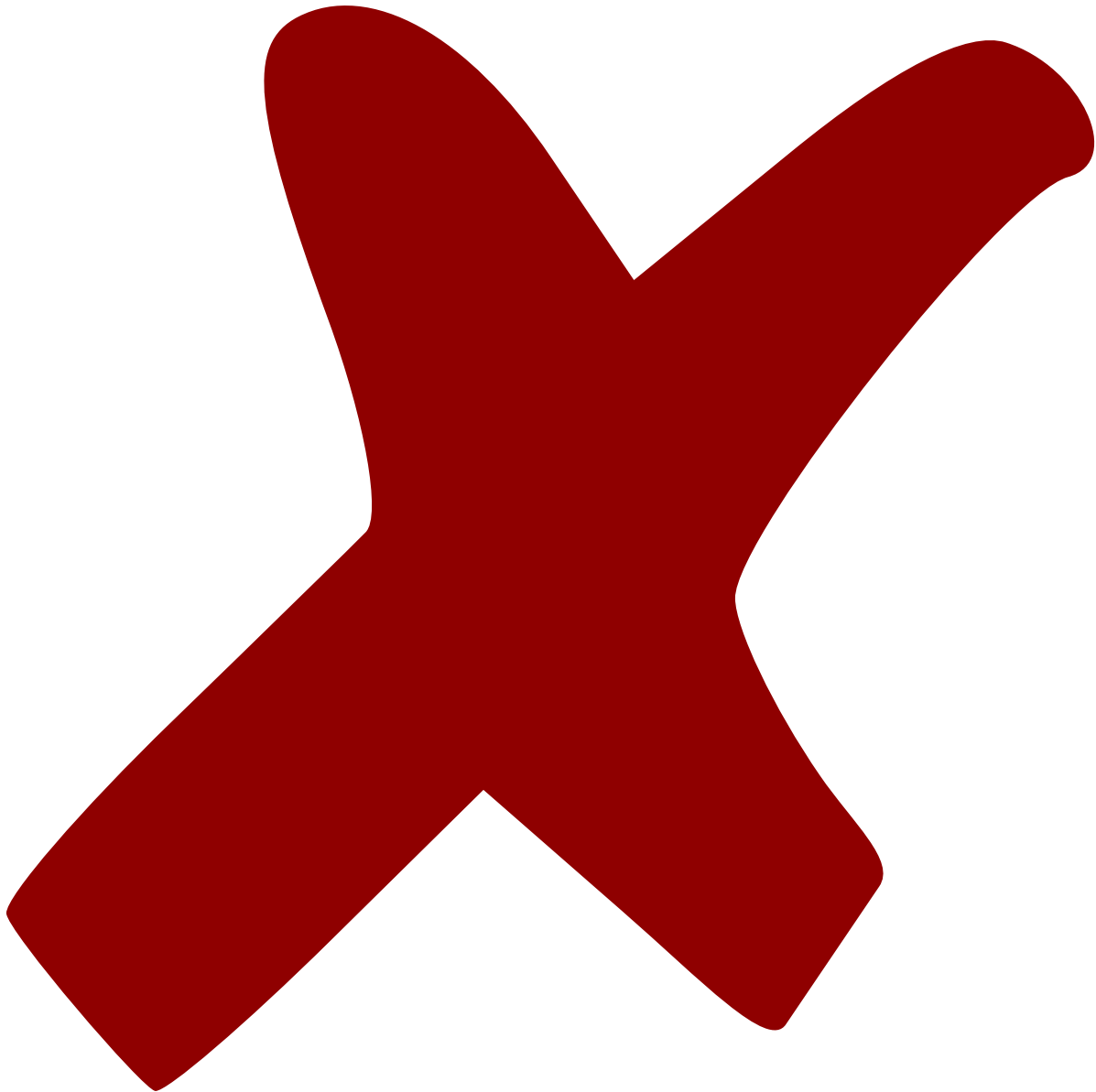


Genau richtig für PSK-

51. Die SMD-Schottky-Dioden heißen LL4148 statt 1N4148

52. Der Footprint der Schottkydioden LL4148 ist zu groß

53. Im Versorgungsschaltplan sollte im Kommentar R300/R301 stehen statt R1/R2



54.

R300/R301 ist 1/10 , sollte sein 10 → war ein Irrtum

55. Die Pull-up-Widerstände an den Eingängen des Phasendetektors sollten etwas größer

→ R4 und R9 von 9 von 27k auf 47k.

56. Die Leiterplatte sollte im Gehäusedeckel etwas mehr nach oben-rechts verschoben werden. Dann gibt es mehr Platz für die Schraube der Spannungsregler

57. Beim XLR ist in der Bohrskizze der Abstand von den kleinen Löchern zum großen Loch falsch angegeben. Richtig ist 13 mm.

58. C9, C10 und C13 müssen 10pF statt 1nF sein, damit das Fehlersignal nicht spackt.

59. MMICs in der Bauform SO4 sind kaum noch erhältlich. Der Footprint für die MMICs sollte auf SOT343 umgestellt werden.



60.

Formel auf dem Unterschlupplan Supply steht R1, sollte jedoch R301 heissen.



61. sollte von LMH6609 auf LM7121 geändert werden.
62. U1000 sollte U2 heissen.

U7



63.

L1,L1000,L3 und L4 müssen von 100 mikro Henry auf 10 mikro Henry geändert werden.



64. Alle  
MMICs auf QPA4586 umändern.
65. Footprint von SMA-Verbinder sollte auf die Rückseite der Leiterplatte
66. Doku für die Montage der Spannungsregler muss hinzugefügt werden.
67. Vor den Spannungsreglern lieber Schutztransistoren statt Schutzdioden.

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

Permanent link:  
<https://elektroniq.iqo.uni-hannover.de/doku.php?id=eigenbau:phasendetektor-atlas:start&rev=1537372843>

Last update: **2018/09/19 16:00**

