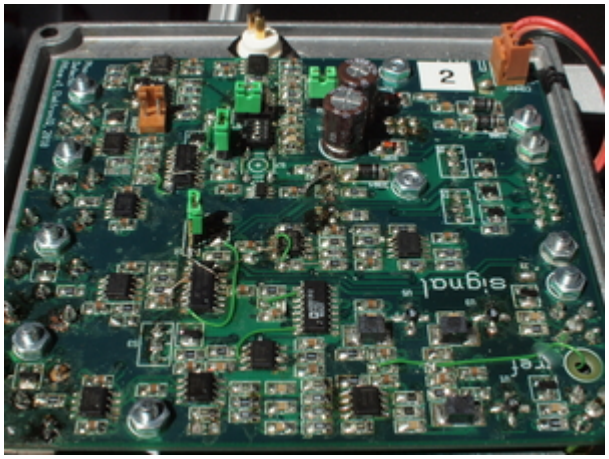
Phasendetektor-Atlas



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 Ausgangnssignal. 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 Treägerfrequenz 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.

Bei ATLAS haben wir raus gefunden, dass die Kondensatoren C9,C10 und C13 mit 10pF statt 1nF bestückt werden müssen um einen Phasenlock hin zu bekommen.

Verstärker Wahl

Folgende Verstärker wurde getestet und erzielten **einen** Phasenlock:

- ERA-5SM+
- QPA4586A

Folgende Verstärker wurde getestet und erzielten **keinen** Phasenlock:

- MSA0886

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

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.

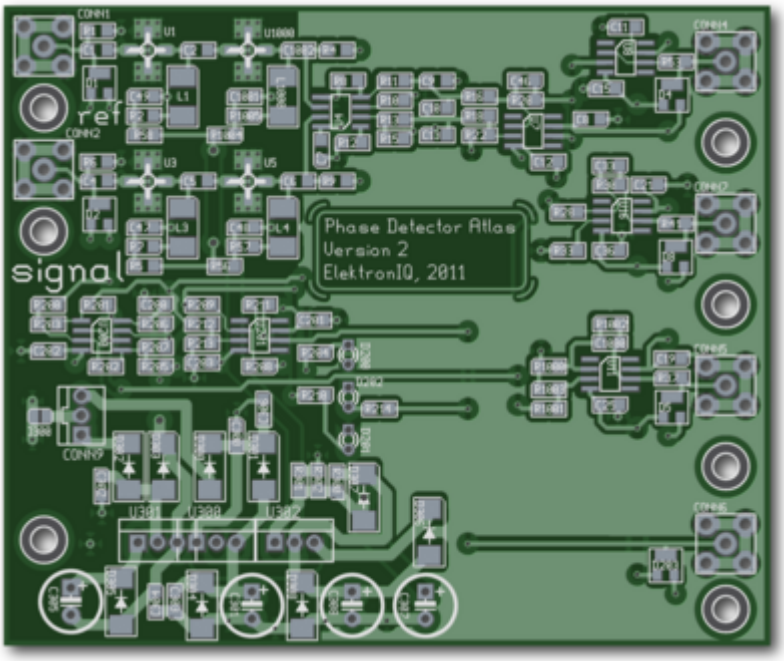
Schaltplan

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: ±15 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.

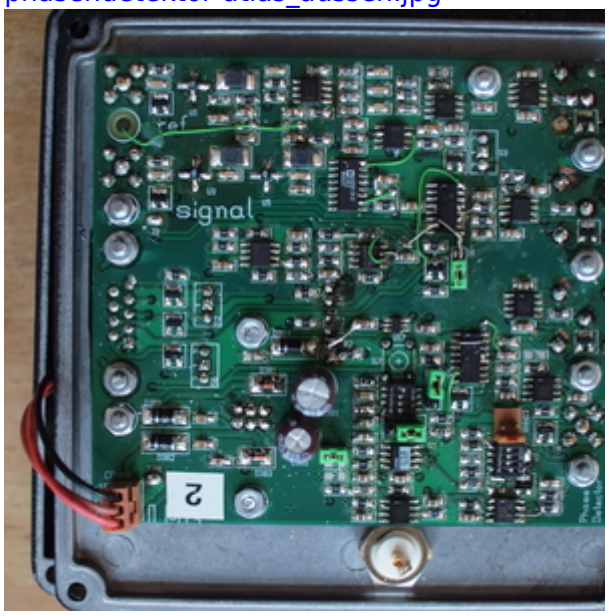
Bedienung

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

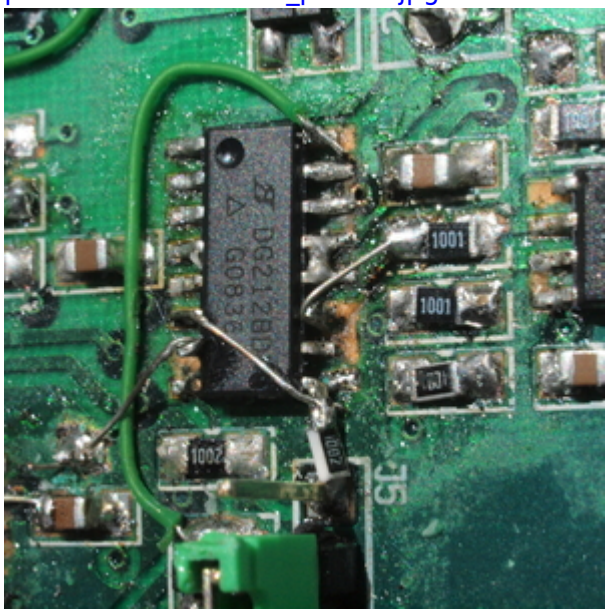
Bilder

mmic_im_einsatz.jpg

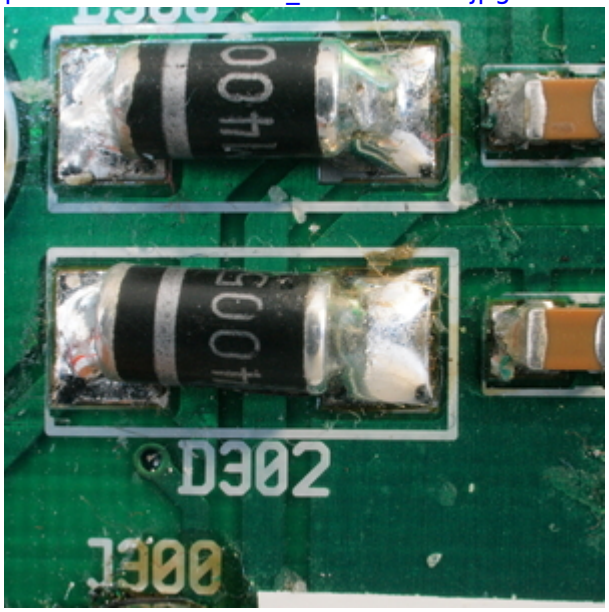
phasendetektor-atlas_aussen.jpg



phasendetektor-atlas_platine.jpg



phasendetektor-atlas_strick-bastel.jpg



smd-dioden_1n4005.jpg

Kalkulation

Fix Me!

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,

: im Schaltplan, aber noch nicht im Layout,

: 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. C9,C10,C13 auf 10 pF
11. Die Diode auf der Rückseite kollidiert mit dem Spannungsregler

12. Die Löcher für die BNC-Buchsen könnten 1-2 Zehntel größer → Nur noch SMA

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

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

15. Die MMICs brauchen mehr Spannung! → Einen zusätzlichen Spannungsregler +12V → Variabler Spannungsregler LM317
16. BAT54C statt BAT64-04, da deutlich günstiger

17. Die Kodierschalter sollten für “Gullwing” einen breiteren Footprint haben → Keine Kodierschalter in v2

18. R45 bis R48 sollten sinnvollere Werte als 1kΩ haben. → Sind in v2 weggefallen

19.

DG212 statt DG211! → Keine rechnergesteierte Umschaltung in v2

20. Pull-Up-Widerstände am Pin 9 von U16 und Pin16 von U13 fehlen. → Keine rechnergesteierte Umschaltung in v2

21. Pin7 von U16 und von U10 sollte nach Masse statt nach +5V gezogen werden. → Keine rechnergesteierte Umschaltung in v2

22. Den Integrator mit AD820 statt mit LM9909. → Kein Integrator in v2

23. Die Widerstände um U16 als 1k statt 10k. sind weggefallen

24. C17

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

25. U14

heißt AD**G**1312. → Kein Analogschalter in v2

26. Pin 16 von U14 braucht einen Pull-Up statt Pull-Down. → Kein Analogschalter in v2

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

28. Pin 7 von U6 muss umgekehrt angesteuert werden. → Keine umschaltbare Invertierung in v2

29. Das Signal mit Frequenzteilung braucht einen getrennten Eingang mit eigener Vorverstärkung.

→ Kein Frequenzteiler in v2

30. Mehr Vorverstärkungsstufen im Signal-Gang → Zwei mal 30 dB sollten immer reichen.

31. Die Befestigungsschrauben brauchen mehr Platz → SMA ist nicht so dick, wie BNC

32. Die Aussparung für die SubD-Buchse sollte größer → kein SubD in v2

33.

Bohrungen mit 10mm Durchmesser für die Schalter → keine Schalter in v2

34. Die Bohrungen für den XLR-Stecker fehlen

35. Die großen, stehenden BNC-Buchsen, bestücken. → keine BNCs mehr in v2

36. Die Status LEDs haben die falsche Reihenfolge → D201 und D202 vertauschen

37.

Status-LEDs rot-grün-gelb statt rot-grün-rot → Unnötig, wenn die LEDs die richtige Anordnung haben.

38. Die Vorwiderstände für die LEDs könnten kleiner. 4k7 → 2k
39. Die LEDs sollten mit einem Transistor angesteuert werden, um Strom zu sparen.

40. Die Begrenzungsdioden D11 und D12 müssen in Reihe statt parallel → keine Begrenzung

41. Der Verstärker U15 hat für LMH6609 ein zu komplizierte Rückkopplung → LM7121, eventuell auch U12.

42.

(noch) mehr Vias zur Masse im schnellen Ast.

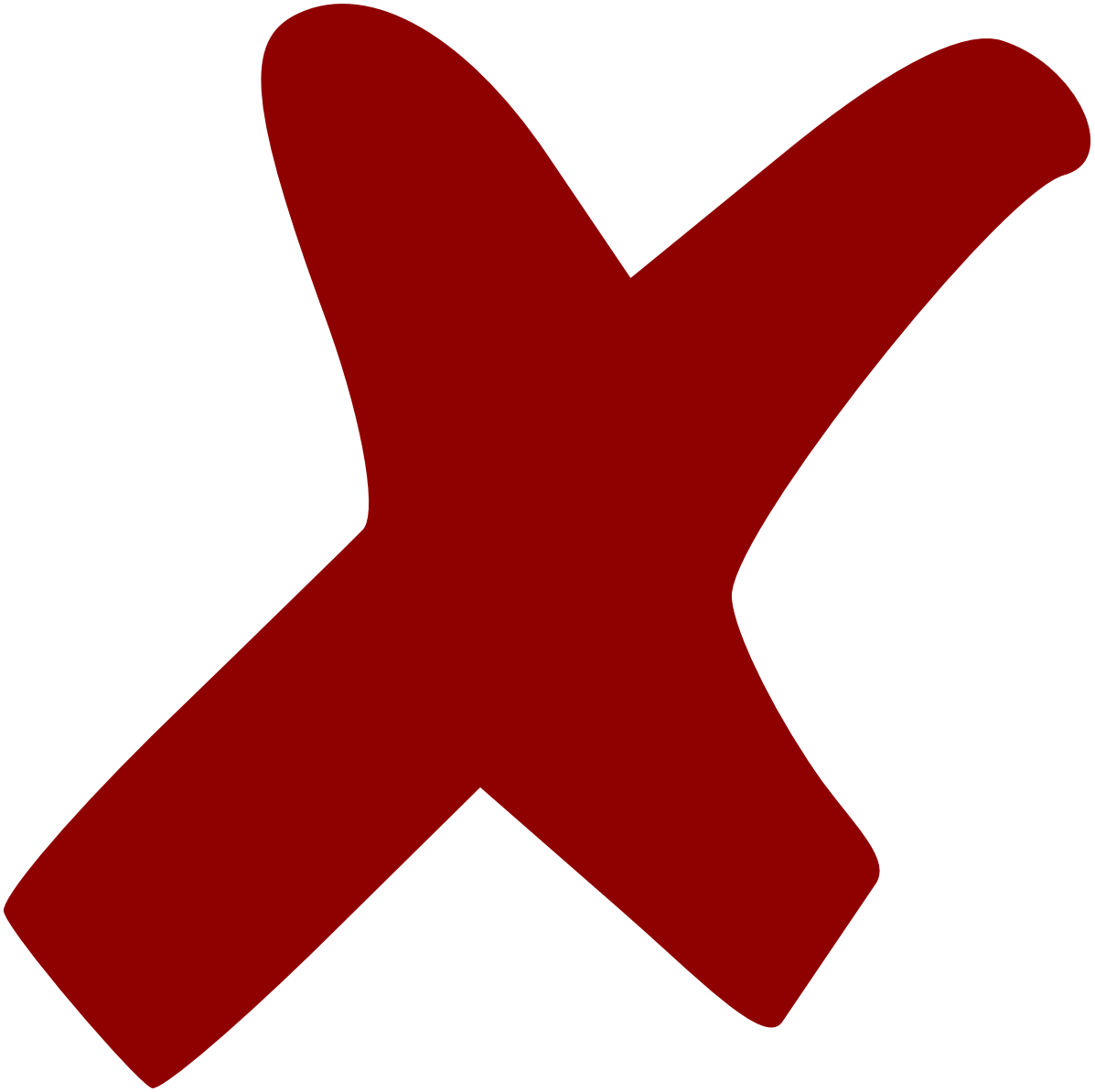
43. Das Status-Signal sollte auf einen Ausgang geführt werden

44. Eine automatische Umschaltung des Reglers abhängig davon, ob die Phase läuft. → kein Regler in v2
45. Ein Schalter, der den Ausgang öffnet.

46. 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
47. Es ist wünschenswert, die Verstärkung im Signalpfad besonders hoch ausfallen zu lassen. → zweimal einen MSA0886 mit Vorwiderstand 200 Ω.
48. 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.
49. Der Ausgang fast-out braucht eine Offset-Kompensation

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

51. Die Spannungsregler sitzen zu eng nebeneinander. → Genau richtig für PSK-Steckverbinder



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

53. Der Footprint der Schottkydioden LL4148 ist zu groß

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

55.

    R300/R301 ist 1/10 , sollte sein 10 ⟶ war ein Irrtum
56. Die Pull-up-Widerstände an den Eingängen des Phasendetektors sollten etwas größer

    ⟶ R4 und R9 von 9 von 27k auf 47k.
57. Die Leiterplatte sollte im Gehäusedeckel etwas mehr nach oben-rechts verschoben werden. Dann gibt es mehr Platz für die Schraube der Spannungsregler
58. Beim XLR ist in der Bohrskizze der Abstand von den kleinen Löchern zum großen Loch falsch angegeben. Richtig ist 13 mm.

59. C9, C10 und C13 müssen 10pF statt 1nF sein, damit das Fehlersignal nicht spackt.
60. MMICs in der Bauform SO4 sind kaum noch erhältlich. Der Footprint für die MMICs sollte auf SOT343 umgestellt werden.

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

62. U7
    sollte von LMH6609 auf LM7121 geändert werden.

63. U1000 sollte U2 heissen.

64.

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

65. Alle MMICs auf QPA4586 umändern.

66. Footprint von SMA-Verbinder sollte auf die Rückseite der Leiterplatte
67. Doku für die Montage der Spannungsregler muss hinzugefügt werden.
68. 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

Last update: **2019/06/20 02:14**