

DIN EN 62047-20

ICS 31.080.01

**Halbleiterbauelemente –
Bauelemente der Mikrosystemtechnik –
Teil 20: Gyroskope
(IEC 62047-20:2014);
Deutsche Fassung EN 62047-20:2014**

Semiconductor devices –
Micro-electromechanical devices –
Part 20: Gyroscopes
(IEC 62047-20:2014);
German version EN 62047-20:2014

Dispositifs à semiconducteurs –
Dispositifs microélectromécaniques –
Partie 20: Gyroscopes
(CEI 62047-20:2014);
Version allemande EN 62047-20:2014

Gesamtumfang 55 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2014-07-31 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2015-04-01.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 62047-20:2012-07.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 631 „Halbleiterbauelemente“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom SC 47F „Micro-electromechanical systems“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu dieser Publikation angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Halbleiterbauelemente –
Bauelemente der Mikrosystemtechnik –
Teil 20: Gyroskope
(IEC 62047-20:2014)

Semiconductor devices –
Micro-electromechanical devices –
Part 20: Gyroscopes
(IEC 62047-20:2014)

Dispositifs à semiconducteurs –
Dispositifs microélectromécaniques –
Partie 20: Gyroscopes
(CEI 62047-20:2014)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2014-07-31 angenommen. CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC Management Centre oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2014 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 62047-20:2014 D

Vorwort

Der Text des Dokuments 47F/188/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe der IEC 62047-20, erarbeitet vom SC 47F „Microelectromechanical systems“ des IEC/TC 47 „Semiconductor devices“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 62047-20:2014 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2015-04-30
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2017-07-31

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC [und/oder CEN] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 62047-20:2014 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Wesentliche Bemessungen und Kenngrößen	5
4.1 Einteilung von Gyroskopen	5
4.2 Grenzwerte der Betriebsbedingungen	6
4.3 Bemessung bei üblichem Betrieb	7
4.4 Kenngrößen	8
5 Messverfahren	11
5.1 Skalenfaktor	11
5.2 Querachsen-Empfindlichkeit	25
5.3 Bias	28
5.4 Rauschen des Ausgangs	39
5.5 Frequenzband	44
5.6 Auflösung	49
Anhang A (informativ) Genauigkeit der Messwerte von Gyroskop-Kenngrößen	52
A.1 Allgemeines	52
A.2 Winkel und Winkelgeschwindigkeit	52
A.3 Beispiel für die Winkelabweichung nach der Kalibrierung	52
Literaturhinweise	53
Bilder	
Bild 1 – Beispiel für einen Messaufbau	12
Bild 2 – Beschaltungsbeispiel	13
Bild 3 – Beispiel von Messdaten bei ausgeübter Drehrate	14
Bild 4 – Beispiel von Skalenfaktor-Messdaten beim jeweiligen Temperaturwert	16
Bild 5 – Beispiel für die Abhängigkeit von Skalenfaktor und Skalenfaktor-Temperaturkoeffizient bei jeder Temperatur	17
Bild 6 – Beispiel für die Messung des ratiometrischen Skalenfaktor-Fehlers	18
Bild 7 – Beispiel für die Messung der Skalenfaktor-Stabilität	20
Bild 8 – Beispiel für die Messung der Skalenfaktor-Symmetrie	21
Bild 9 – Messaufbau (Blockschaltbild) für die Querachsen-Empfindlichkeit	26
Bild 10 – Grundlagen zur Messung für die Querachsen-Empfindlichkeit	26
Bild 11 – Messaufbau 1 für Bias	29
Bild 12 – Messaufbau 2 für Bias	30
Bild 13 – Messbeispiel für den ratiometrischen Biasfehler	32
Bild 14 – Bias-Temperaturempfindlichkeit und Bias-Hysterese	34
Bild 15 – Lineare Bias-Beschleunigungsempfindlichkeit	35

	Seite
Bild 16 – Aufbau zur Rauschmessung am Ausgang	39
Bild 17 – Beschaltungsbeispiel zur Rauschmessung am Ausgang.....	40
Bild 18 – Frequenz-Leistungsspektrum	41
Bild 19 – Winkeldrift	42
Bild 20 – Bias-Instabilität und Kurve der Allan-Varianz	43
Bild 21 – Messaufbau für den Frequenzgang.....	45
Bild 22 – Beispiel der Beschaltung für den Frequenzgang	46
Bild 23 – Frequenzgang-Kenngrößen.....	47
Bild 24 – Amplitudenüberhöhungs-Kenngrößen.....	47
Bild 25 – Kalibrierung für den Frequenzgang-Messaufbau	48
 Tabellen	
Tabelle 1 – Kategorien für den Gyro.....	6
Tabelle 2 – Grenzwerte der Betriebsbedingungen	6
Tabelle 3 – Bemessung bei üblichem Betrieb	8
Tabelle 4 – Kenngrößen	9
Tabelle 5 – Festzulegende Bedingungen für die Messung des Skalenfaktors	24
Tabelle 6 – Festzulegende Bedingungen für die Bias-Messungen	38
Tabelle 7 – Festzulegende Bedingungen für die Frequenzband-Messung.....	49
Tabelle 8 – Festzulegende Bedingungen für die Frequenzband-Messung.....	51

1 Anwendungsbereich

In diesem Teil der IEC 62047 sind Begriffe, Bemessungen und Kenngrößen sowie Messverfahren für Gyroskope (Drehratensensoren) festgelegt.

Gyroskope werden hauptsächlich in Anwendungen für Endverbraucher, der allgemeinen Industrie und der Luftfahrt eingesetzt. Bauteile der Mikrosystemtechnik (MEMS; en: micro electro mechanical system) und Halbleiterlaser-Bauteile werden weitverbreitet für die Bauelementetechnologie von Gyroskopen verwendet.

Nachfolgend wird Gyro als Benennung für das Gyroskop verwendet.^{N1)}

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

Keine

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Drehtisch

Rotationstisch

rotierende Einrichtung, auf der das Gyroskop während der Messung beansprucht wird

3.2

Erd-Winkelgeschwindigkeit

Winkelgeschwindigkeit, die im Inertialraum infolge der Erdrotation erzeugt wird

Anmerkung 1 zum Begriff Wenn die Winkelgeschwindigkeit im Inertialraum als siderischer Tag mit 23 h und 56 min festgelegt ist, dann wird eine Referenz von 4,098 903 691 s erhalten, so wie sie durch die International Earth Rotation and Reference Systems Service (IERS) festgelegt ist; die Winkelgeschwindigkeit der Erde in Inertialraum beträgt ungefähr 15,04 °/h. Zu Einzelheiten bezüglich dieser Festlegung siehe auch die Website der IERS (<http://www.iers.org>).

3.3

Skalenfaktor

Skalierungsfaktor

Verhältnis der Gyroskop-Ausgangsspannung bzw. des digitalen Gyroskop-Ausgangssignals zur ausgeübten Winkelgeschwindigkeit, welches in der Einheit V/(°/s) bzw. bit/(°/s) angegeben wird

4 Wesentliche Bemessungen und Kenngrößen

4.1 Einteilung von Gyroskopen

Tabelle 1 listet Gyroskop-Anwendungsfälle, kategorisiert entsprechend den Einsatzbedingungen im Feld.

^{N1)} Nationale Fußnote: Betrifft nicht die deutsche Sprache.

Tabelle 1 – Kategorien für das Gyroskop

Kategorie	Merkmale
1	Vorwiegend Anwendungen im Endverbraucherbereich (Consumer-Bereich), wobei die Streuung des (Gyroskop-)Bias nicht festgelegt ist.
2	Vorwiegend Anwendungen im industriellen Bereich, wobei mit einem entsprechenden Wertebereich der Streuung des (Gyroskop-)Bias entwickelt wird.
3	Vorwiegend Anwendungen im Luftfahrtbereich, wobei mit einer ermittelbaren Funktion der Erd-Winkelgeschwindigkeit entwickelt wird.

4.2 Grenzwerte der Betriebsbedingungen

In Tabelle 2 sind die Grenzwerte der Betriebsbedingungen des Gyroskops aufgelistet.

Die folgenden in der Tabelle aufgelisteten Punkte sind in der Detailspezifikation anzugeben, falls in der entsprechenden Lieferspezifikation nicht anders festgelegt. Beanspruchungen über diese Grenzwerte hinaus können eine der Ursachen für dauerhafte Bauelementschädigungen sein.

Tabelle 2 – Grenzwerte der Betriebsbedingungen (1 von 2)

Nr.	Grenzwerte der Betriebsbedingungen	Kategorie			Spezifikation			Einheit	Bemerkungen
		1	2	3	Kleinstwert	Nennwert	Höchstwert		
4.2.1	Lagerungstemperaturbereich	x	x	x	x		x	°C	
4.2.2	Betriebstemperaturbereich	x	x	x	x		x	°C	
4.2.3	Lagerungs-Luftfeuchtebereich							%	Feuchte-(Absorptions)Level (siehe z. B. die Level entsprechend Tabelle 5-1 „Moisture Sensitivity Levels“ auf Seite 7 in IPC/JEDEC J-STD-020C, [1] ¹⁾) müssen für das Reflowlöten festgelegt werden. Für Bauelemente, die nicht reflowgelötet und/oder hermetisch dicht verpackt werden, sind diese Angaben nicht erforderlich.
4.2.4	Mechanischer Schock im Betriebszustand	x	x	x			x	m/s ²	Höchstwert des mechanischen Schocks, bei dem keine dauerhafte Schädigung der Bauelemente in einem geeigneten Betriebszustand verursacht wird. Beschleunigung, Dauer und Wellenform sind festzulegen.
4.2.5	Mechanischer Schock im Ruhezustand	x	x	x			x	m/s ²	Höchstwert des mechanischen Schocks, bei dem keine dauerhafte Schädigung der Bauelemente in einem geeigneten Ruhezustand verursacht wird. Beschleunigung, Dauer und Wellenform sind festzulegen.
4.2.6	Mechanisches Schwingen im Betriebszustand	x	x	x			x	m/s ²	Höchstwert der mechanischen Schwingbeschleunigung und -frequenz, bei dem keine dauerhafte Schädigung der Bauelemente in einem geeigneten Betriebszustand verursacht wird.

¹⁾ Ziffern in eckigen Klammern verweisen auf die Literaturnachweise.

Tabelle 2 – Grenzwerte der Betriebsbedingungen (2 von 2)

Nr.	Grenzwerte der Betriebsbedingungen	Kategorie			Spezifikation			Einheit	Bemerkungen
		1	2	3	Kleinstwert	Nennwert	Höchstwert		
4.2.7	Mechanisches Schwingen im Ruhezustand	x	x	x			x	m/s ²	Höchstwert der mechanischen Schwingbeschleunigung und -frequenz, bei dem keine dauerhafte Schädigung der Bauelemente in einem geeigneten Ruhezustand verursacht wird.
4.2.8	Drehraten-Grenzwert	x	x	x			x	°/s	Höchstwert der Drehrate, bei dem keine dauerhafte Schädigung der Bauelemente in einem geeigneten Betriebszustand verursacht wird.
4.2.9	Winkelbeschleunigungs-Grenzwert	x	x	x			x	°/s ²	Höchstwert der Winkelbeschleunigung, bei dem keine dauerhafte Schädigung der Bauelemente in einem geeigneten Betriebszustand verursacht wird.
4.2.10	Versorgungsspannungshöchstwert	x	x	x			x	V	Höchstwert der Versorgungsspannung, bei dem keine dauerhafte Schädigung der Bauelemente verursacht wird.
4.2.11	Versorgungsstrom-Höchstwert						x	A	Höchstwert des Versorgungsstroms, bei dem keine dauerhafte Schädigung der Bauelemente verursacht wird. Dieser Grenzwert ist nur bei Einrichtungen für konstante Stromversorgung festzulegen.
ANMERKUNG x: Pflichtangabe, leer: optionale Angabe.									

4.3 Bemessung bei üblichem Betrieb

In Tabelle 3 sind die Bemessungen bei üblichem Betrieb des Gyroskops aufgelistet.

Die folgenden in der Tabelle aufgelisteten Punkte sollten in der Detailspezifikation angegeben werden, falls in den entsprechenden Lieferspezifikationen nicht anders festgelegt. Diese Bedingungen werden empfohlen, um die festgelegten Kenngrößen in einem stabilen Zustand während des Betriebs der eingesetzten Bauelemente zu halten.

Tabelle 3 – Bemessung bei üblichem Betrieb

Nr.	Kenngröße	Kategorie			Spezifikation			Einheit	Bemerkungen
		1	2	3	Kleinstwert	Nennwert	Höchstwert		
4.3.1	Zugesicherter Betriebstemperaturbereich	x	x	x	x		x	°C	
4.3.2	Zugesicherter Bereich der Luftfeuchte im Betrieb	x	x	x	x		x	%	
4.3.3	Versorgungs-Spannungsbereich	x	x	x	x	x	x	V	
4.3.4	Gesamtstromaufnahme	x	x	x			x	A	
4.3.5	Anlaufstrom			x			x	A	
4.3.6	Restwelligkeit der Versorgungsspannung			x			x	V _{pp}	
4.3.7	Andere Umgebungsbedingungen				x		x		Empfohlene Bereiche von entsprechenden umgebungsspezifischen Kenngrößen (z. B. zu elektromagnetische Umgebungen, Luftdruck, usw.), jeweils festgelegt von einem entsprechenden Kleinstwert bis zu einem Höchstwert
4.3.8	Übersteuerungs-Erholdauer			x			x	s	Höchstwert der Übersteuerungs-Erholdauer im Messbereich kleiner als der höchste Betriebsgrenzwert
ANMERKUNG x: Pflichtangabe, leer: optionale Angabe.									

4.4 Kenngrößen

In Tabelle 4 sind die Kenngrößen des Gyroskops aufgelistet.

Tabelle 4 – Kenngrößen (1 von 2)

Nr.	Kenngröße	Kategorie			Spezifikation			Einheit	Bemerkungen
		1	2	3	Kleinstwert	Nennwert	Höchstwert		
4.4.1	Messbereich	x	x	x			x	°/s	Messbereich der Drehrate für eine zugesicherte Funktionsfähigkeit
4.4.2	Skalenfaktor-Nennwert	x	x	x		x		V/(°/s) oder bit/(°/s)	Skalenfaktor-Nennwert wird auch als Standardempfindlichkeit bezeichnet
4.4.3	Skalenfaktor-Initialstreuung		x	x	x		x	%	Kleinst- und Höchstwert der Streuung der Standardempfindlichkeit bei einer festgelegten Temperatur
4.4.4	Skalenfaktor-Streuung bezüglich Temperatur oder Temperaturkoeffizient des Skalenfaktors		x	x	x		x	%	Kleinst- und Höchstwert der Standardempfindlichkeit bei einer festgelegten Streuung der Temperatur
4.4.5	Ratiometrischer Fehler des Skalenfaktors			x			x	%	Höchstwert des Fehlers der Empfindlichkeit bei ausgeübter Spannungsschwankung, die durch betriebliche Instabilitäten der verwendeten elektrischen Spannungsversorgung verursacht wird
4.4.6	Linearität						x	%	
4.4.7	Skalenfaktor-Stabilität	n		x		x			Ein üblicher Wert der Stabilität der Empfindlichkeit bei einem festgelegten Eingangsspannungswert
4.4.8	Skalenfaktor-Symmetrie	n		x		x			Ein üblicher Wert der Asymmetrie der Empfindlichkeit, festgelegt als Verhältnis der anzuwendenden Empfindlichkeit plus dem Wert der festgelegten Eingangsspannung zum negativen Wert einer festgelegten Eingangsspannung, siehe 5.1.3.8
4.4.9	Querachsen-Empfindlichkeit			x			x	%	Höchstwert der Querachsen-Empfindlichkeit (siehe 5.2.3 zum Messprinzip)
4.4.10	Bias-Nennwert	x	x	x		x		V oder bit	Üblicher Wert der Biasspannung oder Bitwert bei einem entsprechend ausgeübten Eingangsspannungswert
4.4.11	Bias-Initialstreuung			x	x		x	°/s	Kleinst- und Höchstwert des Bias bei einer festgelegten Temperatur
4.4.12	Biasstreuung bezüglich der Temperatur oder Bias-Temperaturkoeffizient			x	x		x	°/s	Kleinst- und Höchstwert des Bias bei einer festgelegten Temperaturstreuung

Tabelle 4 (2 von 2)

Nr.	Kenngröße	Kategorie			Spezifikation			Einheit	Anmerkungen
		1	2	3	Kleinstwert	Nennwert	Höchstwert		
4.4.13	Ratiometrischer Biasfehler			x			x	V	Höchstwert des Biasfehlers bei ausgeübter Spannungsschwankung, die durch betriebliche Instabilitäten der verwendeten elektrischen Spannungsversorgung verursacht wird. Bei digitalem Ausgang ist keine Festlegung erforderlich.
4.4.14	Bias-Wiederholgenauigkeit (Einschalt- zu Ausschaltzustand)			x	x		x	°/s	Kleinst- und Höchstwert der Biasschwankung einer Periode während des Wechsels vom eingeschalteten zum ausgeschalteten Zustand
4.4.15	Bias-Hysterese			x			x	°/s	Höchstwert der Bias-Hysterese bei einer festgelegten Temperaturstreuung
4.4.16	Lineare g-Empfindlichkeit			x			x		Höchstwert des geänderten Biaswertes bei Betriebsbedingungen mit einer festgelegten konstanten Beschleunigung, angegeben im Vergleich zu g in (°/s)/g
4.4.17	Biasdrift nach dem Einschalten			x			x	°/s	Höchstwert der Biasdrift während des Einschaltens der verwendeten elektrischen Spannungsversorgung
4.4.18	(Innen-)Bandrauschen			x			x	°/s	Rauschen des Ausgangs bei stabilem Betriebszustand, angegeben als Effektivwert
4.4.19	Breitbandrauschen			x			x	°/s	Breitbandrauschen des Ausgangs bei stabilem Betriebszustand, angegeben als Effektivwert
4.4.20	Winkeldrift			x			x	° / $\sqrt{h}$ oder (°/h) / $\sqrt{Hz}$	Streuung des Gyroskops-Ausgangs infolge Rauschens, angegeben als Effektivwert
4.4.21	Bias-Instabilität			x			x	°/s	Angegeben als Effektivwert
4.4.22	Anlaufdauer			x			x	s	Dauer, die erforderlich ist, bis der Gyroskop den festgelegten Ausgangswert nach dem Einschalten erreicht
4.4.23	Frequenzband	x	x	x	x			Hz	Frequenzgangkurve
4.4.24	Resonanz-Überhöhung						x	dB	Höchstwert der Amplitudenüberhöhung des Frequenzgangs bei einer festgelegten Frequenz, angegeben bei einem festgelegten Frequenzwert (Hz)
4.4.25	Auflösung			x	x			°/s	Erkennbare kleinste Änderung in der Eingangsdrehrate
ANMERKUNG x: Pflichtangabe, leer: optionale Angabe, n: nicht erforderlich.									

5 Messverfahren

5.1 Skalenfaktor

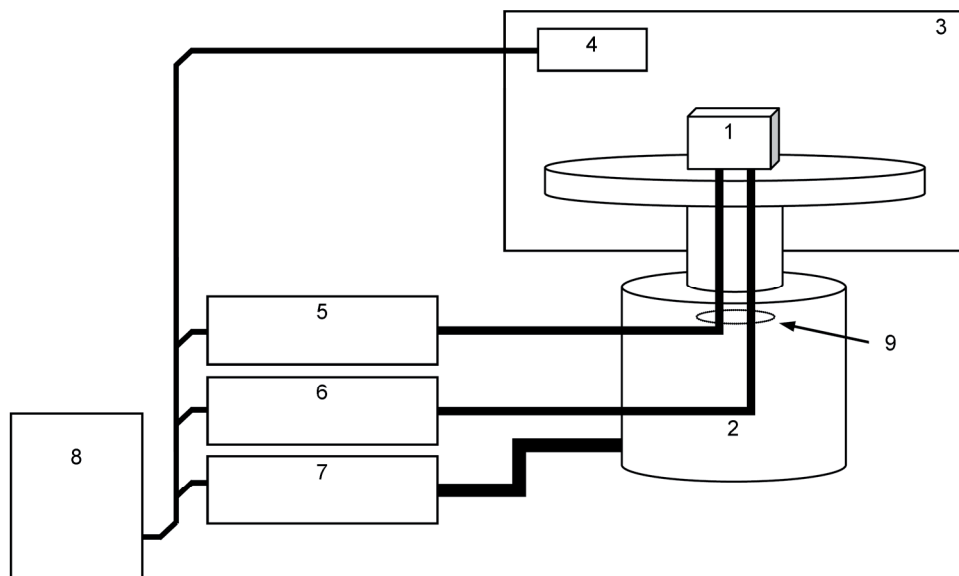
5.1.1 Zweck

Festlegung des Messverfahrens für den Gyroskop-Skalenfaktor.

5.1.2 Messaufbau (Blockschaltbild)

Im Bild 1 wird ein Aufbaubeispiel für die Messung der Empfindlichkeit und im Bild 2 ein Beispiel für die Beschaltung (Verdrahtung) gezeigt. Der Messaufbau besteht aus dem zu messenden Gyroskop und den im Folgenden aufgeführten Bestandteilen. Die in der Messeinrichtung verwendeten Komponenten müssen den unten aufgelisteten Festlegungen entsprechen.

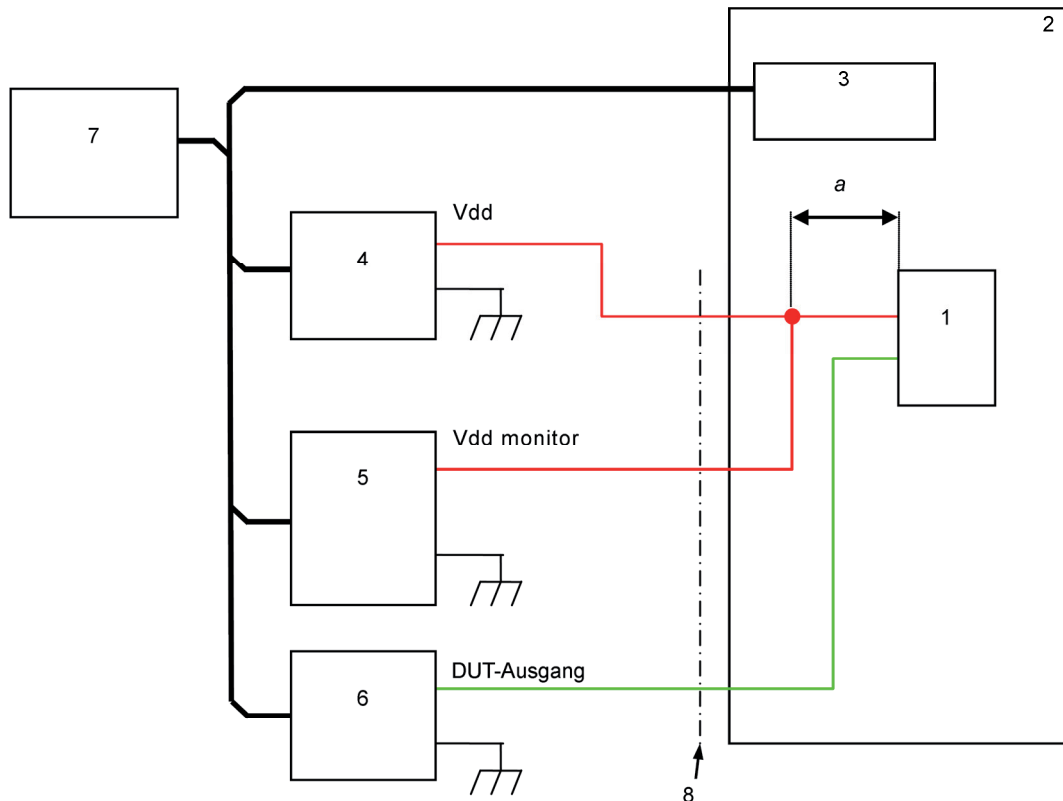
- Temperaturgeregelter Kammer: Diese sollte geeignet sein, für das Gyroskop eine festgelegte Umgebungstemperatur aufrechtzuhalten. Außerdem sollte der geregelte Temperaturbereich größer sein als der Betriebstemperaturbereich des Gyroskops.
- Temperatursensor: Dieser sollte für das Messen der Temperatur in der temperaturgeregelten Kammer geeignet sein. Es kann ein Temperatursensor verwendet werden, der bereits in der temperaturgeregelten Kammer eingebaut ist.
- Spannungsversorgung für das Gyroskop: Diese sollte für die erforderliche Versorgung des Gyroskops mit Strom und Spannung geeignet sein. Der Schwankungsbereich der Restwelligkeitsspannung am Ausgang sollte die Anforderungen des Gyroskops im Betriebszustand erfüllen.
- Datenerfassungseinrichtung: Messgerät oder Messsystem, das auf die Ausgangskonfiguration des Gyroskops eingestellt ist. Beispielsweise wird ein Digitalmultimeter oder eine Einrichtung zur Datenerfassung und -aufzeichnung (Datenlogger) verwendet, wenn das Gyroskop eine analoge Ausgangsspannung hat.
- Steuer- und Regeleinrichtung für den Drehtisch: Steuer- und Regeleinrichtung, mit der die Eingangs-Drehrate, die der Drehtisch bereitstellt, geregelt wird. Dieser Tisch stellt eine Drehrate bereit, die nicht kleiner ist als der Messbereich des Gyroskops, außerdem ist der Tisch geeignet, anpassungsfähig gegenüber Änderungen der Drehrate in Bezug zur Mindestauflösung zu sein. Siehe Anhang A zur Messgenauigkeit des Drehtisches.
- Steuer- und Regeleinrichtung für das Messsystem: Ein umfassendes System für das automatische Steuern und Regeln der Spannungsversorgung, des Gyroskops, der Datenerfassungseinrichtung und der Regeleinrichtung des Drehtisches. Die Steuer- und Regeleinrichtung ist bei manuellem Betreiben nicht erforderlich.
- Schleifring: Es sollte beachtet werden, dass der Schleifring die Ursache von Rauschen sein kann.



Legende

- | | |
|--|---|
| 1 DUT (en: device under test), ein Gyroskop-Muster | 6 Datenlogger, zum Erfassen und Aufzeichnen der Daten während der Messung |
| 2 Drehtisch | 7 Drehtisch-Regleinrichtung, zum Einstellen festgelegter Rotationsbedingungen des Drehtisches |
| 3 Temperaturregelte Kammer, zum Bereitstellen einer festgelegten Temperatur am DUT | 8 Steuer- und Regleinrichtung, zum Steuern und Regeln der Messeinrichtung während der Messung |
| 4 Temperatursensor, zum Überwachen (Monitoring) der Temperatur in der Kammer | 9 Schleifring |
| 5 Spannungsversorgung, zum Betreiben des DUT | |

Bild 1 – Beispiel für einen Messaufbau



Legende

- | | | | |
|---|--|---|---|
| 1 | DUT (en: device under test), ein Gyroskop-Muster | 5 | Überwachungseinrichtung für die Spannungsversorgung |
| 2 | Temperaturregelte Kammer, zum Bereitstellen einer festgelegten Temperatur am DUT | 6 | Datenlogger, zum Erfassen und Aufzeichnen der Daten während der Messung |
| 3 | Thermometer, zum Überwachen der Umgebungstemperatur in der Kammer | 7 | Steuer- und Regeleinrichtung |
| 4 | Spannungsversorgung, zum Bereitstellen elektrischer Energie zum Betreiben des DUT | 8 | Schleifringposition (falls ein Schleifring verwendet wird) |
| a | Länge von der Position des Rückführanschlusses der Spannungsversorgung bis zur Position des Gyroskop-Anschlusses für die Versorgungsspannung (die Länge der Zuleitung sollte so kurz wie möglich sein) | | |

Vdd Versorgungsspannungs-Anschluss

Vdd-Monitor

DUT- Ausgang Ausgangsanschluss des DUT

Bild 2 – Beschaltungsbeispiel

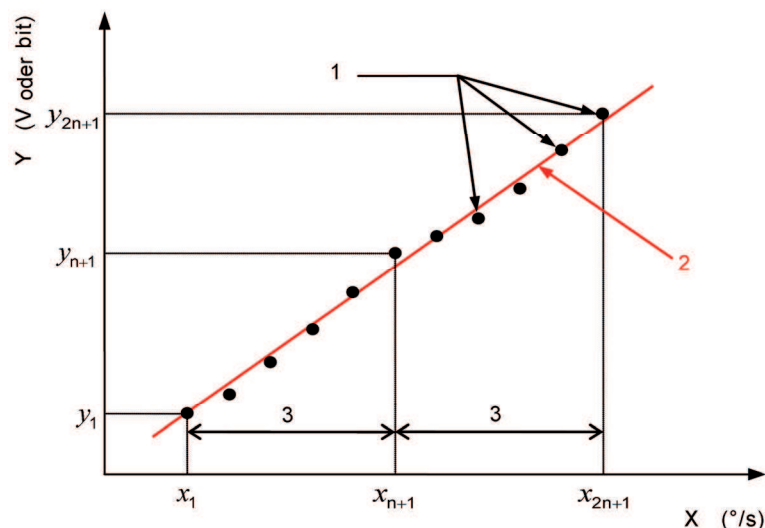
5.1.3 Grundlagen zur Messung

5.1.3.1 Skalenfaktor

Im Messaufbau nach Bild 1, wobei das Gyroskop mit einer festgelegten Messtemperatur T_{BASE} (festgelegte Temperatur, bereitgestellt als Mittelwert zwischen dem festgelegten Kleinst- und Höchstwert der Betriebstemperatur, siehe Bild 4), einer festgelegten Versorgungsspannung U_{BASE} , einer ausgeübten Drehrate $x_1, x_2, \dots, x_{2n+1}$, die den unteren und oberen Anzeige-Halbbereich des Gyroskops n -verteilt gliedern, wie z. B. $x_1, x_2, \dots, x_n$ (vorzugsweise $n \geq 5$), und den zur festgestellten Eingangs-Drehrate korrespondierenden Ausgangswerten der Drehrate $y_1, y_2, \dots, y_{2n+1}$, die in der Einheit $V/(\text{°/s})$ bzw. $\text{bit}/(\text{°/s})$ angegeben wird.

Obwohl der Hersteller den Wert n festlegen kann, darf der Wert geändert werden, falls es, basierend auf vereinbarten Spezifikationen zwischen dem Hersteller und dessen Kunden, notwendig wird.

Im Bild 3 wird ein Beispiel von Messdaten gezeigt. Die Abkürzungen CCW (en: counter clockwise) und CW (en: clockwise) in diesem Bild stehen für die Linksrotation (entgegen Uhrzeigersinn) und die Rechtsrotation (im Uhrzeigersinn). (Im Bild 3 wird das Beispiel als mit $n = 5$ gleichmäßig geteilt und einer Gesamtzahl von 11 Datenpunkten einschließlich des stationären Zustands dargestellt.) Der Skalenfaktor wird auf Basis dieser Messpunkte mithilfe einer Berechnung erhalten. Da allerdings die gewonnenen Messdaten nicht auf einer Geraden liegen, so wie im Bild 3 gezeigt, ist eine Gerade auf Grundlage der Methode der kleinsten Abweichungsquadrate zu berechnen (diese Gerade wird hier als am besten angepasste Gerade (Ausgleichsgerade) bezeichnet).



Legende

- 1 Punkte der Messdaten bei einer ausgeübten Drehrate
- 2 Ausgleichsgerade
- 3 Unterteilung in festgelegte Intervalle entsprechend n
- X x-Achse, Eingangs-Drehrate in der Einheit $^{\circ}/s$
- x_1 höchster festgestellter CCW-Wert
- x_{n+1} stationärer Zustand
- x_{2n+1} höchster festgestellter CW-Wert der Eingangs-Drehrate
- Y y-Achse, Gyroskop-Ausgangssignal in der Einheit V bzw. bit
- y_1 CCW-seitiger höchster Ausgangswert
- y_{n+1} Ausgangswert im stationären Zustand
- y_{2n+1} CW-seitiger höchster Ausgangswert

Bild 3 – Beispiel von Messdaten bei ausgeübter Drehrate

Hier wird der Gyroskop-Ausgangswert für jeden Messpunkt durch den Wert y_i dargestellt, und die Drehrate am Gyroskop-Eingang wird durch den Wert x_i dargestellt. Die Konstanten für die Ausgleichsgerade $y = a_{\text{BASE}} \times x + b_{\text{BASE}}$ werden wie folgt berechnet:

$$a_{\text{BASE}} = \frac{(2n+1) \sum_{i=1}^{2n+1} x_i y_i - \sum_{i=1}^{2n+1} x_i \sum_{i=1}^{2n+1} y_i}{(2n+1) \sum_{i=1}^{2n+1} x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{2n+1} x_i \right)^2} \quad (1)$$

$$b_{\text{BASE}} = \frac{\sum_{i=1}^{2n+1} x_i^2 \sum_{i=1}^{2n+1} y_i - \sum_{i=1}^{2n+1} x_i y_i \sum_{i=1}^{2n+1} x_i}{(2n+1) \sum_{i=1}^{2n+1} x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{2n+1} x_i \right)^2} \quad (2)$$

Die Steigung a_{BASE} der Ausgleichsgerade für dieses Ereignis ist der Skalenfaktor unter den Bedingungen einer Referenz-Messtemperatur T_{BASE} und einer Referenz-Versorgungsspannung U_{BASE} .

5.1.3.2 Skalenfaktor-Initialstreuung

Die Skalenfaktor-Initialstreuung zeigt den Streuungswert zwischen dem Skalenfaktor a_{BASE} und dem Nenn-Skalenfaktor (Standardwert des Skalenfaktors) a_{TYP} unter den Bedingungen der Referenz-Messtemperatur T_{BASE} und der Referenz-Versorgungsspannung U_{BASE} des Gyroskops.

Hier wird die Streuung des Initial-Skalenfaktors $S_{\text{F,VAR,BASE}}$ wie folgt berechnet:

$$S_{\text{F,VAR,BASE}} = \frac{a_{\text{BASE}} - a_{\text{TYP}}}{a_{\text{TYP}}} \quad (3)$$

5.1.3.3 Streuung des Skalenfaktors bezüglich der Temperatur

Wenn der Betriebstemperaturbereich des Gyroskops m -verteilt mit $T_1, T_2, \dots, T_{m+1}$ (vorzugsweise $m \geq 4$) unter der Bedingung der Referenz-Versorgungsspannung U_{BASE} des Gyroskops gegliedert wird und der Skalenfaktor, der bei jedem Temperaturwert von $T_1, T_2, \dots, T_{m+1}$ erhalten wird, durch die Werte $a_{T,1}, a_{T,2}, \dots, a_{T,m+1}$ ausgedrückt wird, dann stellt der Streuungswert zwischen diesen Werten und a_{BASE} den Temperaturfehler bezüglich jedes Temperaturwertes dar.

Obwohl der Hersteller den Wert m festlegen kann, darf der Wert geändert werden, falls es, basierend auf vereinbarten Spezifikationen zwischen dem Hersteller und dessen Kunden, notwendig wird.

Im Bild 4 wird ein Beispiel für Skalenfaktor-Messdaten gezeigt. (Das Beispiel im Bild 4 ist gleichmäßig mit $m = 4$ unterteilt und der Wert bei $m = 3$ wird als Referenz-Messtemperatur betrachtet.)