



Mehrkomponenten-Sensor K6D / K3R

Bedienungsanleitung

Stand: 17.08.2016

ME-Meßsysteme GmbH
Neuendorfstr. 18a
16761 Hennigsdorf

Tel.: +49 3302 78620 60
Fax: +49 3302 78620 69

Mail: info@me-systeme.de
Web: www.me-systeme.de

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Mehrkomponenten-Sensor K6D / K3R..... | 1 |
| Funktion der MehrkomponentenSensoren K6D..... | 4 |
| Kalibriermatrix für K6D und F6D Sensoren..... | 4 |
| Beispiel einer Kalibriermatrix (K6D, F6D)..... | 5 |
| Verschiebung des Ursprungs..... | 6 |
| Skalierung der Kalibriermatrix..... | 6 |
| Steifigkeitsmatrix..... | 6 |
| Beispiel einer Steifigkeitsmatrix..... | 7 |
| Anschlussbelegung..... | 8 |
| Kalibriermatrix für K3R Sensoren..... | 9 |
| Inbetriebnahme des Sensors..... | 9 |
| Screenshot GSVmulti..... | 10 |



Funktion der Mehrkomponentensensoren K6D

Die Mehrkomponentensensoren K6D bestehen aus sechs unabhängigen Kraftsensoren, die mit Dehnungsmessstreifen-Vollbrücken ausgerüstet sind.

Aus den sechs Sensorsignalen werden durch eine Berechnungsvorschrift die Kräfte in drei Achsen des Raumes, sowie die drei Momente um diese drei Achsen berechnet.

Der Messbereich des Mehrkomponentensensors wird bestimmt:

- durch die Messbereiche der sechs unabhängigen Kraftsensoren, und
- durch die geometrische Anordnung der sechs Kraftsensoren bzw über den Durchmesser des Sensors.

Die einzelnen Signale der sechs Kraftsensoren können nicht unmittelbar durch die Multiplikation mit einem Skalierungsfaktor einer Kraft oder einem Moment zugeordnet werden.

Die Berechnungsvorschrift lässt sich mathematisch exakt durch das Kreuzprodukt aus der Kalibriermatrix mit dem Vektor der sechs Sensorsignale beschreiben.

Die Vorteile dieser Funktionsweise sind:

- eine besonders hohe Steifigkeit,
- eine besonders gute Trennung der sechs Komponenten („geringes Übersprechen“).

Kalibriermatrix für K6D und F6D Sensoren

Die Kalibriermatrix \underline{A} beschreibt den Zusammenhang zwischen den angezeigten Spannungen \underline{U} des Messverstärkers an den Kanälen 1 bis 6 ($u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6$) und den Komponenten 1 bis 6 ($F_x, F_y, F_z, M_x, M_y, M_z$) des Lastvektors \underline{L} .

| | |
|---|--|
| Gemessene Größe: Spannungen u_1, u_2, \dots, u_6 an den Kanälen 1 bis 6 | Spannung \underline{U} |
| Berechnete Größe: Kräfte F_x, F_y, F_z ; Momente M_x, M_y, M_z | Lastvektor \underline{L} . |
| Berechnungsvorschrift: Kreuzprodukt | $\underline{L} = \underline{A} \times \underline{U}$ |

Die Kalibriermatrix \underline{A}_{ij} hat 36 Elemente, angeordnet in 6 Zeilen ($i=1..6$) und 6 Spalten ($j=1..6$).

Die Einheit der Matrizenelemente ist N / mV/V in Zeile 1 bis 3 der Matrix.

Die Einheit der Matrizenelemente ist Nm / mV/V in Zeile 4 bis 6 der Matrix.

Die Kalibriermatrix ist abhängig von den Eigenschaften des Sensors **und** von der Eigenschaft des Messverstärkers.

Für Messverstärker GSV-1A8USB K6D kann die Matrix auch in N/V (Zeile 1 bis 3) und Nm/V (Zeile 4 bis 6) dargestellt werden. Der Messverstärker GSV-1A8USB hat folgende Eigenschaft:

| | |
|-------------------------|--------|
| Eingangsempfindlichkeit | 2 mV/V |
| Ausgangsspannung | 5 V |

Die Matrizelemente dürfen durch Multiplikation mit einem gemeinsamen Faktor umskaliert werden (durch ein „Skalarprodukt“).

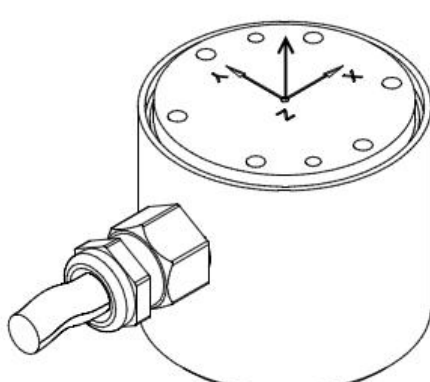
Zur Umrechnung von N/V in N/mV/V werden alle Elemente mit 5/2 multipliziert.

Die Kalibriermatrix Δ_{ij} gilt für die gesamte Messkette „Mehrkomponenten-Sensor K6“ mit Messverstärker GSV-1A8USB K6D;

Die Kalibriermatrix berechnet die Momente um den Ursprung des zugrundegelegten Koordinatensystems.

Der Ursprung des Koordinatensystems befindet sich auf dem Schnittpunkt der Z-Achse mit der Stirnfläche des Sensors 1). Der Ursprung und die Orientierungen der Achsen sind durch eine Gravur auf der Stirnfläche des Sensors gekennzeichnet.

1)Die Lage des Ursprungs kann abweichen und wird im Kalibrierblatt vermerkt: Beim Sensor K6D68 befindet sich der Ursprung im Zentrum des Sensors.



Beispiel einer Kalibriermatrix (K6D, F6D)

| | ch1 | ch2 | ch3 | ch4 | ch5 | ch6 |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| F _x in N / mV/V | -217,2 | 108,9 | 99,9 | -217,8 | 109,2 | 103,3 |
| F _y in N / mV/V | -2,0 | 183,5 | -186,3 | -3,0 | 185,5 | -190,7 |
| F _z in N / mV/V | -321,0 | -320,0 | -317,3 | -321,1 | -324,4 | -323,9 |
| M _x in Nm / mV/V | 7,8 | 3,7 | -3,8 | -7,8 | -4,1 | 4,1 |
| M _y in Nm / mV/V | -0,4 | 6,6 | 6,6 | -0,4 | -7,0 | -7,0 |
| M _z in Nm / mV/V | -5,2 | 5,1 | -5,1 | 5,1 | -5,0 | 5,1 |

Die Kraft in x-Richtung berechnet sich durch Multiplikation und Summation der Matrizelemente der ersten Zeile a_{1j} mit den Zeilen des Vektors der Ausgangssignale u_j

$$F_x = -217,2 \text{ N/mV/V } u_1 + 108,9 \text{ N/mV/V } u_2 + 99,9 \text{ N/mV/V } u_3 - 217, \text{ N/mV/V } u_4 + 109,2$$



N/mV/V u5 +103,3 N/mV/V u6.

Beispiel: an allen 6 Messkanälen wird $u_1=u_2=u_3=u_4=u_5=u_6 = 1,00V$ angezeigt. Dann ergibt sich eine Kraft F_x von -13,7 N.

Die Kraft in z-Richtung berechnet sich entsprechend durch Multiplikation und Summation der dritten Zeile der Matrix a_{3j} mit dem Vektor der angezeigten Spannungen u_j :
 $F_z = -321,0 \text{ N/mV/V } u_1 - 320,0 \text{ N/mV/V } u_2 - 317,3 \text{ N/mV/V } u_3 - 321,1 \text{ N/mV/V } u_4 - 324,4 \text{ N/mV/V } u_5 - 323,9 \text{ N/mV/V } u_6.$

Verschiebung des Ursprungs

Kräfte, die nicht im Ursprung des Koordinatensystems eingeleitet werden, führen aufgrund des Hebelarms zu einer Anzeige in den Momenten M_x , M_y , M_z .

In der Regel werden die Kräfte in einem Abstand z von der Stirnfläche des Sensors eingeleitet. Der Ort der Krafteinleitung kann bei Bedarf auch in x - und z - Richtung verschoben werden.

Wenn die Kräfte im Abstand x , y oder z vom Ursprung des Koordinatensystems eingeleitet werden, und die Momente um den verschobenen Ort der Krafteinleitung angezeigt werden sollen, sind folgende Korrekturen erforderlich:

| | |
|---|--|
| Korrigierte Momente M_{x1} , M_{y1} , M_{z1} infolge einer Verschiebung der Krafteinleitung (x , y , z) vom Ursprung. | $M_{x1} = M_x + y \cdot F_z - z \cdot F_y$ $M_{y1} = M_y + z \cdot F_x - x \cdot F_z$ $M_{z1} = M_z + x \cdot F_y - y \cdot F_x$ |
|---|--|

Hinweis: Auf den Sensor wirken weiterhin die Momente M_x , M_y , M_z . Angezeigt werden die Momente M_{x1} , M_{y1} , M_{z1} . Die zulässigen Momente M_x , M_y , M_z dürfen nicht überschritten werden.

Skalierung der Kalibriermatrix

Die Kalibriermatrix mit den Matrizelementen N/V und Nm/V gilt für Messverstärker mit einer Eingangsempfindlichkeit von 2 mV/V und einem Ausgangssignal von 5V bei 2 mV/V Eingangssignal. (Messverstärker GSV-1A8 und GSV-1A8USB).

Durch Multiplikation aller Matrizelemente mit dem Faktor $5/2 \text{ V/mV/V}$ wird die Matrix skaliert in N / mV/V und Nm / mV/V.

Mit dem Bezug der Matrizelemente auf die Einheit mV/V kann die Kalibriermatrix auf allen anderen Messverstärkern angewendet werden.

Steifigkeitsmatrix

Die Steifigkeitsmatrix ist definiert durch:

$$f = S \cdot u$$

Mit dem Kraftvektor $\underline{f} = \begin{bmatrix} F_x \\ F_y \\ F_z \\ M_x \\ M_y \\ M_z \end{bmatrix}$, dem Verschiebungsvektor $\underline{u} = \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \\ u_z \\ \varphi_x \\ \varphi_y \\ \varphi_z \end{bmatrix}$

und der Steifigkeitsmatrix $\underline{S} = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} & c_{14} & c_{15} & c_{16} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} & c_{24} & c_{25} & c_{26} \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} & c_{34} & c_{35} & c_{36} \\ c_{41} & c_{42} & c_{43} & c_{44} & c_{45} & c_{46} \\ c_{51} & c_{52} & c_{53} & c_{54} & c_{55} & c_{56} \\ c_{61} & c_{62} & c_{63} & c_{64} & c_{65} & c_{66} \end{bmatrix}$

Die Kräfte - F_i - haben die Einheit N oder kN

Die Momente - M_i - haben die Einheit kNm, oder Nm oder Nmm

Die Verschiebungen - u_i - haben die Einheit m oder mm

Die Winkel - φ_i - werden in Radiant ausgedrückt

Die Steifigkeitsmatrix ist symmetrisch $c_{ij} = c_{ji}$

Beispiel einer Steifigkeitsmatrix

K6D130 5kN/500Nm

| | | | | | |
|------------|------------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| 93,8 kN/mm | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 3750 kN | 0,0 |
| 0,0 | 93,8 kN/mm | 0,0 | -3750 kN | 0,0 | 0,0 |
| 0,0 | 0,0 | 387,9 kN/mm | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 0,0 | -3750 kN | 0,0 | 505,2 kNm | 0,0 | 0,0 |
| 3750 kN | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 505,2 kNm | 0,0 |
| 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 343,4 kNm |

Bei Belastung mit 5kN in x-Richtung ergibt sich eine Verschiebung von $5/93,8 \text{ mm} = 0,053 \text{ mm}$ in x-Richtung, und eine Verdrillung von $5 \text{ kN}/3750 \text{ kN} = 0,00133 \text{ rad}$ um die y-Richtung

Bei Belastung mit 15kN in z-Richtung ergibt sich eine Verschiebung von $15/387,9 \text{ mm} = 0,039 \text{ mm}$ in z-Richtung (und keine Verdrillung).

Bei Belastung M_x mit 500 Nm ergibt sich eine Verdrillung von $0,5\text{kNm}/505,2\text{kNm} = 0,00099 \text{ rad}$ um die x-Achse, und eine Verschiebung von $0,5\text{kNm} / -3750 \text{ kN} = -0,000133\text{m} = -0,133\text{mm}$.

Bei Belastung M_z mit 500 Nm ergibt sich eine Verdrillung von $0,5\text{kNm}/343,4 \text{ kNm} = 0,00146 \text{ rad}$ um die z-Achse (und keine Verschiebung).



Anschlussbelegung

Varianten

- 1x 5m paarig verdrilltes Anschlusskabel mit Gesamtschirm, 24x0,14 am Sensor;
- 2x 3m Teflonkabel, STC-32T-12
- 24-pol. Rundsteckverbinder, Typ 423, 99-5695-00-24

Bei der Verwendung eines 16-poligen Steckverbinders sind alle Leitungen +Us mit PIN 14 und alle Leitungen -Us mit PIN 13 verbunden. In diesem Fall beträgt der Anschlusswiderstand des Sensors 58 Ohm.

Kalibriermatrix für K3R Sensoren

Die Sensoren vom Typ K3R erlauben die Messung der Kraft F_z und der Momente M_x und M_y .

Die Sensoren K3R können auch zur Anzeige von 3 orthogonalen Kräften F_x , F_y , und F_z herangezogen werden, wenn die gemessenen Momente durch den Hebelarm z (Abstand der Krafteinleitung F_x , F_y vom Ursprung des Koordinatensystems) dividiert werden.

| | ch1 | ch2 | ch3 | ch4 |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|
| F_z in N / mV/V | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| M_x in Nm / mV/V | 0,00 | -1,30 | 0,00 | 1,30 |
| M_y in Nm / mV/V | 1,30 | 0,00 | -1,30 | 0,00 |
| H | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Die Kraft in z-Richtung berechnet sich durch Multiplikation und Summation der Matrizelemente der ersten Zeile a_{1j} mit den Zeilen des Vektors der Ausgangssignale u_j

$$F_z = 100 \text{ N/mV/V } u_1 + 100 \text{ N/mV/V } u_2 + 100 \text{ N/mV/V } u_3 + 100 \text{ N/mV/V } u_4$$

Beispiel: an allen 6 Messkanälen wird $u_1=u_2=u_3=u_4= 1,00\text{V}$ angezeigt. Dann ergibt sich eine Kraft F_z von 400 N.

Die Kalibriermatrix A des K3R Sensors hat die Dimension 4×4 .

Der Vektor u der Ausgangssignale des Messverstärkers hat die Dimension 4×1 .

Der Ergebnisvektor (F_z , M_x , M_y , H) hat die Dimension 4×1 .

An den Ausgängen für ch1, ch2 und ch3 werden nach der Anwendung der Kalibriermatrix die Kraft F_z und die Momente M_x und M_y angezeigt. Am Ausgang des Kanal 4 wird durch die vierte Zeile H konstant 0V angezeigt.

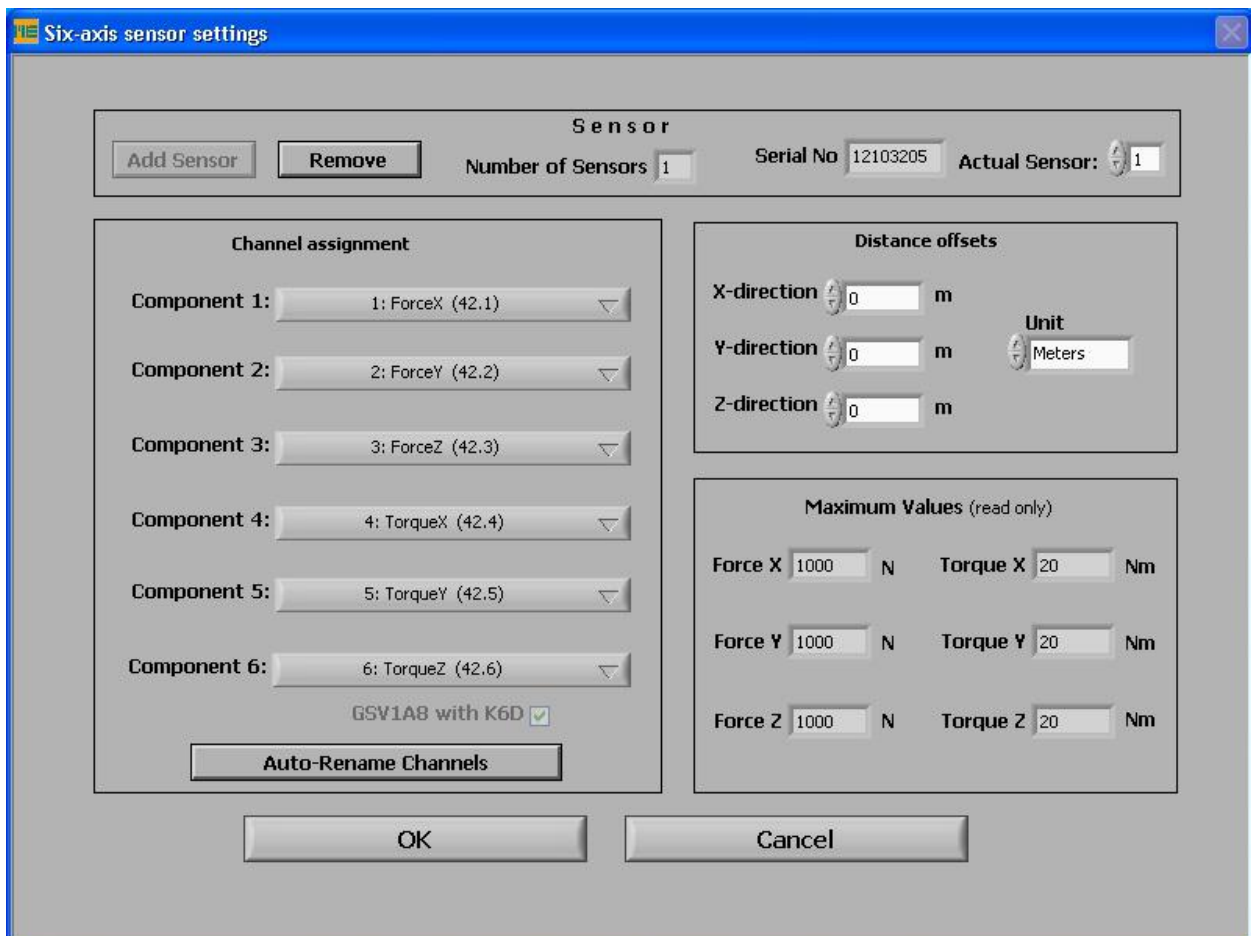
Inbetriebnahme des Sensors

Zur Anzeige der gemessenen Kräfte und Momente steht die Software „GSVmulti“ zur Verfügung. Die Software GSVmulti sowie Anleitungen stehen auf der Website zur Verfügung.

| Schritt | Beschreibung |
|---------|--|
| 1 | Installation der Software GSVmulti |
| 2 | Verbinden des Messverstärkers GSV-1A8USB oder GSV-8 über USB Port; Verbinden des Sensors K6D mit dem Messverstärker. Hinweis: Bei mehrpoligen Steckverbindern mit Dichtung ist die Überwurfmutter schwergängig. Wechselweise Steckverbinder andrücken und Überwurfmutter nachziehen. Einschalten des Messverstärkers. |
| 3 | Verzeichnis mit Kalibriermatrix (mitgelieferte CD-Rom) auf geeignetes Laufwerk und in geeigneten Pfad kopieren. |
| 4 | Software GSVmulti starten |
| 5 | Hauptfenster: Button AddChannel ; |

| Schritt | Beschreibung |
|---------|---|
| | Devicetype wählen: GSV-1A8USB bzw. GSV-8 Device wählen: zum Beispiel Dev41 Button Connect |
| 6 | Schritt 5 wiederholen (5 mal) für „Input Number 2, ...“Input Number 6“ |
| 7 | Hauptfenster: Button Spezial Sensor Six axis Sensor auswählen |
| 8 | Fenster „Six-axis sensor settings: Button Add Sensor |
| 9 | a) Button Change Dir Verzeichnis wählen mit den Dateien Seriennummer.dat und Seriennummer.matrix. b) Button Select Sensor und Seriennummer wählen c) „GSV-1A8USB with K6D wählen d) Button Auto Rename Channels e) ggfs. Verschiebung des Kraftangriffspunktes wählen f) Button OK |
| 10 | Fenster „Recorder Yt wählen“, Messung starten; |

Screenshot GSVmulti





Änderungen vorbehalten.

Alle Angaben beschreiben unsere Produkte in allgemeiner Form.

Sie stellen keine Eigenschaftszusicherung im Sinne des §459 Abs. 2, BGB, dar und begründen keine Haftung.