

TECH NOTE :: QuantumX / catmanEasy und Mehr-Komponenten-Aufnehmer

Version: 2015-01-30

Author: Christof Salcher, Product Manager Test & Measurement, HBM Germany

Status: public

Kurzform

Viele Anwendungen in den Branchen Maschinenbau, Luftfahrt (z.B. Windkanal), Automobil (z.B. Reifenprüfstände) oder Energie setzen Mehr-Komponenten-Aufnehmer auf Basis von Dehnungsmessstreifen für die messtechnische Erfassung von Kraft- und Drehmoment in den gewünschten Freiheitsgraden ein. Hauptsächlich sind hier 3-, 5- und 6-Komponenten-Aufnehmer gefordert.

HBM baut und vertreibt kunden-spezifische Aufnehmer und kann zudem die komplette Messkette mit Messverstärker und Software anbieten.

Es liegt in der Natur der Sache, dass DMS nicht 100% exakt in der jeweiligen Wirkrichtung appliziert werden können. Daher ist die Kompensation von Querabhängigkeiten (Englisch: cross-talk) auf die jeweilige Messgröße hilfreich, um genaue Resultate zu erzielen. Die Kompensation dieses sogenannten Übersprechens kann in **Echtzeit** mit der HBM Messtechnik QuantumX oder **online** in der Software catmanEasy erfolgen.

Diese Tech Note beschreibt in aller Kürze die Kompensationsberechnung.

Mehr-Komponenten-Aufnehmer und Kompensationsmatrix

Die einzelnen Freiheitsgrade der HBM Mehr-Komponenten-Aufnehmer werden in einer entsprechenden Kalibriereinrichtung mit hoch-präzisen Messverstärkern entsprechend kalibriert. Hierbei werden auch die Querabhängigkeiten ermittelt. Die dabei entstehende Kompensationsmatrix dient der mathematischen Kompensation dieser Querabhängigkeiten auf die eigentliche Messgröße, sprich sie kompensiert das sogenannte Übersprechen der anderen Freiheitsgrade, z.B. Y auf X-Achse usw. Wird der gemessene Wert mit dieser Matrix verrechnet, ergeben sich "**saubere**" kompensierte Kraft oder Drehmomentwerte in X, Y, oder Z-Richtung.

Zur mathematischen Kompensation werden wiederum die einzeln gemessenen Größen mit den entsprechenden Koeffizienten der Kompensationsmatrix multipliziert.

Die Kompensationsmatrix – Beispiel 5 x 5:

$$\begin{pmatrix} F_x \\ F_y \\ F_z \\ M_x \\ M_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} K_{11} & K_{12} & K_{13} & K_{14} & K_{15} \\ K_{21} & K_{22} & K_{23} & K_{24} & K_{25} \\ K_{31} & K_{32} & K_{33} & K_{34} & K_{35} \\ K_{41} & K_{42} & K_{43} & K_{44} & K_{45} \\ K_{51} & K_{52} & K_{53} & K_{54} & K_{55} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} U_{Fx} \\ U_{Fy} \\ U_{Fz} \\ U_{Mx} \\ U_{My} \end{pmatrix}$$

Die einzelnen Formel stellen sich wie folgt dar:

$$\begin{aligned} F_x &= K_{11} \cdot U_{fx} + K_{12} \cdot U_{fy} + K_{13} \cdot U_{fz} + K_{14} \cdot U_{mx} + K_{15} \cdot U_{my} \\ F_y &= K_{21} \cdot U_{fx} + K_{22} \cdot U_{fy} + K_{23} \cdot U_{fz} + K_{24} \cdot U_{mx} + K_{25} \cdot U_{my} \\ F_z &= K_{31} \cdot U_{fx} + K_{32} \cdot U_{fy} + K_{33} \cdot U_{fz} + K_{34} \cdot U_{mx} + K_{35} \cdot U_{my} \\ M_x &= K_{41} \cdot U_{fx} + K_{42} \cdot U_{fy} + K_{43} \cdot U_{fz} + K_{44} \cdot U_{mx} + K_{45} \cdot U_{my} \\ M_y &= K_{51} \cdot U_{fx} + K_{52} \cdot U_{fy} + K_{53} \cdot U_{fz} + K_{54} \cdot U_{mx} + K_{55} \cdot U_{my} \end{aligned}$$

Alle Mehr-Komponenten-Aufnehmer von HBM werden mit dieser Kompensationsmatrix im Microsoft Excel-Format ausgeliefert.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	L
4	Koeffizienten-Kompensationsmatrix-Protokoll									
5	<i>matrix coefficient certificate</i>									
6										
7	Typ	: MPZ1206012	Meßgröße		Meßbereich					
8	<i>type</i>		<i>measurant</i>		<i>measuring range</i>					
9	Auftrag	: 811010416	Fx		60 kNm					
10	<i>job</i>		Fy		250 kN					
11			Fz		100 kN					
12										
13										
14										
15	Ident.Nr.	17124xxxx	Datum:	04.04.2013	Speichern					
16	<i>ident.no.</i>		<i>date</i>							
17										
18										
19	Matrix Kompensation Übersprechen									
20	<i>Matrix compensation cross talk</i>									
21			UMx	Ufy	Ufz					
22										
23	Fx	[kNm]	63,2010	5,5875	2,7406					
24	Fy	[kN]	-3,8680	554,8543	1,9671					
25	Fz	[kN]	-3,5274	5,6568	96,4837					
26										
27	Matrix Kompensation Übersprechen (für MX878)									
28	<i>Matrix compensation cross talk (MX878)</i>									
29			UMx	Ufy	Ufz					
30										
31										
32	Mx	[V]	0,1663	0,0017	0,0047					
33	Fy	[V]	-0,0024	0,0400	0,0008					
34	Fz	[V]	-0,0056	0,0010	0,0999					
35										
36	* Das Ausgangssignal am MX878 ist bei der jeweiligen Nennlast 10V									
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45	Prüfer	Dummy	Anlage/Meßgerät	Mobile 3in1	ML30B					
46	<i>examiner</i>		<i>installation / amplifier</i>	Customer						
47	Bemerkungen:									
48	<i>remarks</i>									
49										
50	Allgemeine Zusatzinformationen:									
51	Alle weiteren meßtechnischen Eigenschaften der Aufnehmer sind durch Typprüfungen und laufende Produktaudit der Qualitätsnormen abgesichert.									
52	<i>All further metrological characteristics of the transducer are verified by type testing.</i>									
53	HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK									
54	Postfach: 100 151									
55	D-64201 Darmstadt									
56	DIN ISO 9001 certified by DQS									
57	DATEch akkreditiertes EMV-Prüflaboratorium									
58										
59										
60										
61										
62										
63										
64										
65										
66										
67										
68										
69										
70										
71										
72										
73										
74										
75										
76										
77										
78										
79										
80										
81										
82										
83										
84										
85										
86										
87										
88										
89										
90										
91										
92										
93										
94										
95										
96										
97										
98										
99										
100										

QuantumX – Matrixberechnung in Echtzeit

Das Messverstärkersystem QuantumX stellt entsprechende DMS-Brückenkanäle zur Erfassung der einzelnen Messgrößen und Freiheitsgrade zur Verfügung. Als mögliche Messverstärker wären hier z.B. die Typen MX840A oder auch MX1615B genannt.

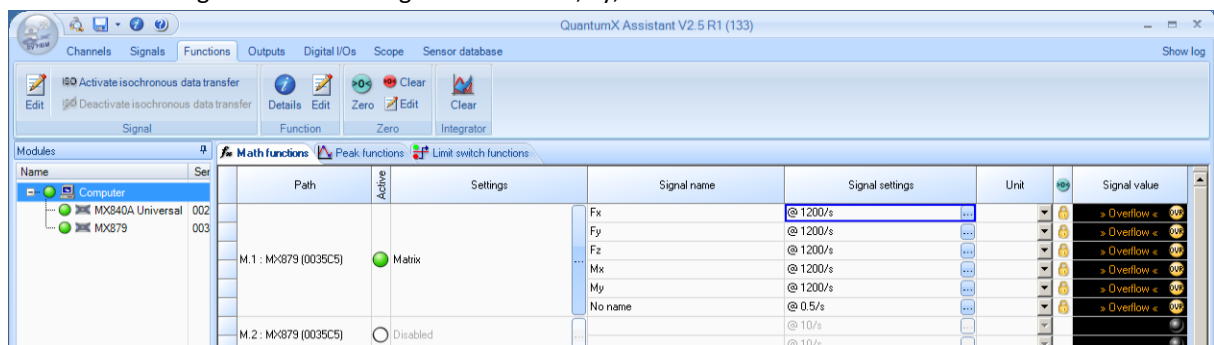
Die Messgrößen können in Echtzeit via FireWire an ein QuantumX-Modul mit Echtzeit-Funktionsberechnung und Analogausgängen weitergeleitet werden, z.B. MX878 oder MX879. Diese beiden Module unterscheiden sich im Wesentlichen darin, dass das Modul MX879 neben der Echtzeitmathematik und den 8 Analogausgängen auch noch 32 digitale Ein- oder Ausgänge anbietet.

Die Verrechnung und Ausgabe in Echtzeit hat den Vorteil, dass die Vorgänge Messung, Weiterleitung und Regelung deterministisch abgebildet werden können. Dadurch dass kein PC „dazwischen“ ist, können sehr kurze Latenzzeiten von ca. 1 ms eingehalten werden. Die kompensierten Ausgangssignale können wiederum auf einen Standardregler mit Analogeingang geführt werden, damit die Prüfanlage auf die gemessene Größe Drehmoment oder Kraft in Echtzeit geregelt werden kann. Die kompensierten Signale können auch auf die Feldbusse CAN (MX471) oder EtherCAT (CX27) ausgegeben werden.

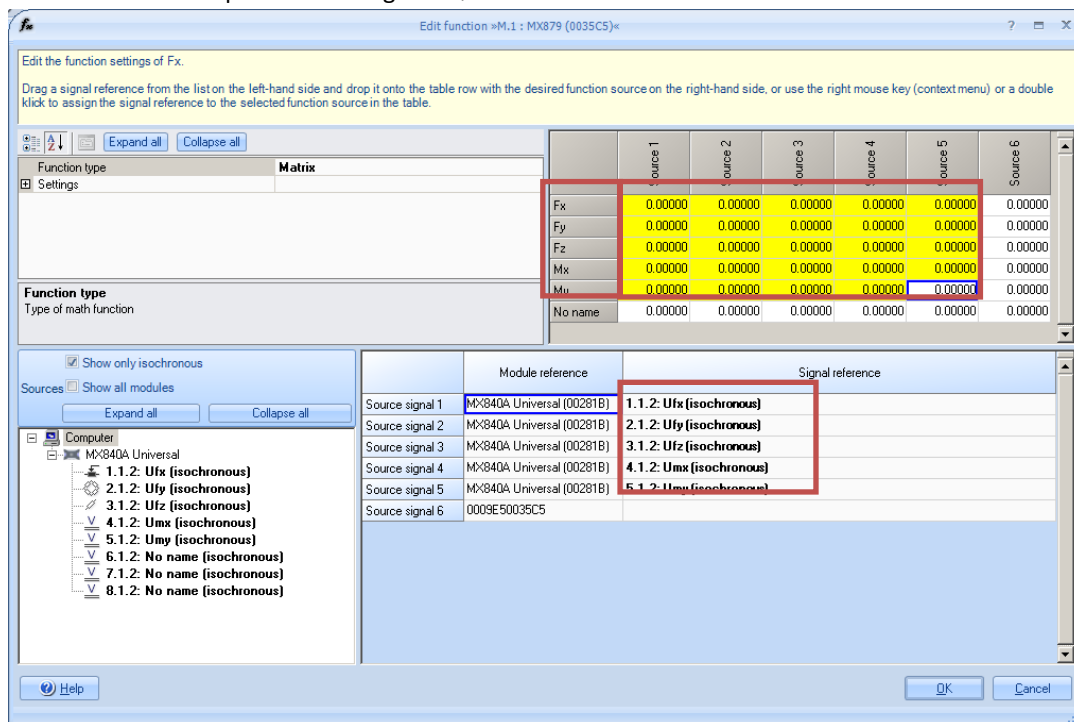
Natürlich können die Rohsignale sowie die kompensierten Kraft- und Drehmomentsignale parallel in der PC-Software catmanEasy ganz individuell analysiert und visualisiert werden.

Arbeiten mit dem QuantumX Assistent

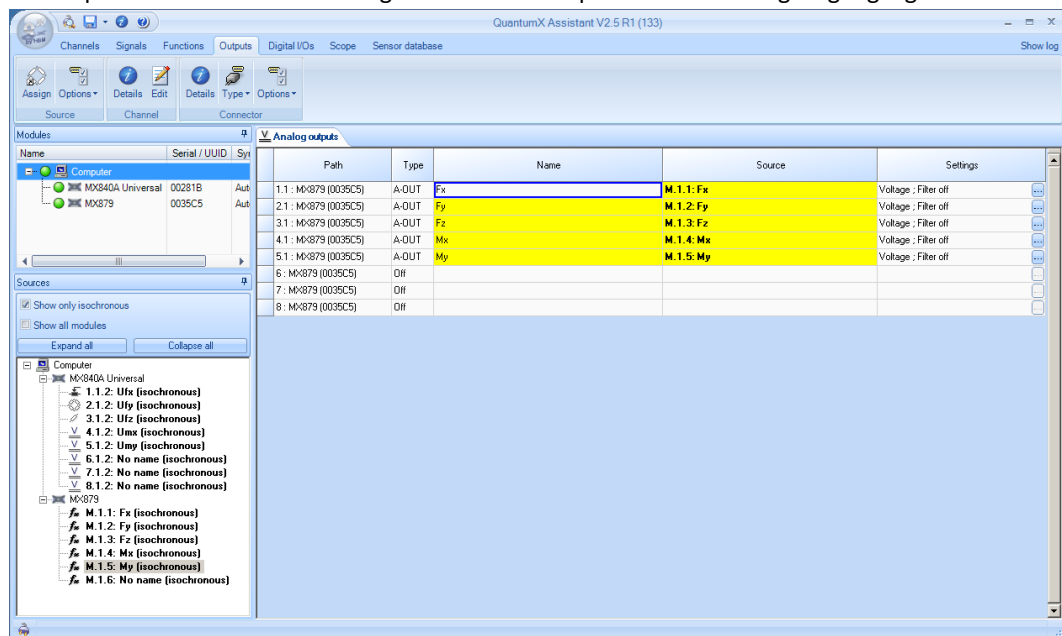
1. Channels Tab: parametrieren Sie alle Eingangskanäle
2. Signals Tab: Jeder QuantumX-Kanal erzeugt zwei Signale – machen Sie die 2. Signalebene sichtbar. Schalten Sie das zweite Signal aller relevanten Messeingänge auf „isochronen Betrieb“, damit diese Signale in Echtzeit auf dem FireWire-Bus zur Verfügung stehen.
3. Functions Tab: Wählen Sie die Funktion „MATRIX“. Vergeben Sie entsprechende Signalnamen für die aus der Matrixberechnung resultierenden Signale wie z.B. Fx, Fy, ...



4. Falls Sie die Kompensationsmatrix im Microsoft Excel-Format vorliegen haben, kopieren Sie den relevanten Teil daraus in die Matrixparametrierung des QuantumX Assistenten.



5. Tab Outputs: Die Resultate der Matrixberechnung können Sie nun auf die entsprechenden Analogkanäle legen.
- Aktivieren Sie dazu den isochronen Datentransfer im Tab Functions
 - Im Output Tab können Sie diese Signale auf den entsprechenden Analogausgang legen.



Ist Echtzeit und Regelung kein Thema, kann die Kompensationsmatrix einfach in catmanEasy berechnet werden.

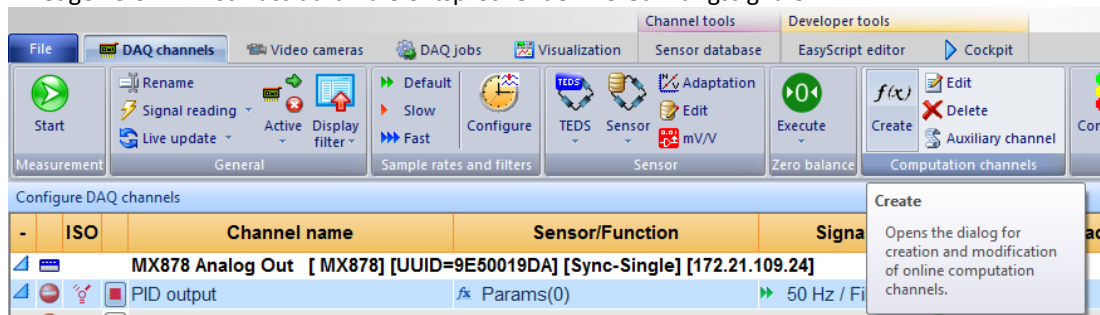
catmanEasy – Matrixberechnung auf dem PC

Als Beispiel sei hier die Berechnung der kompensierten Kraft F_x eines 3-Komponenten-Aufnehmers dargestellt:

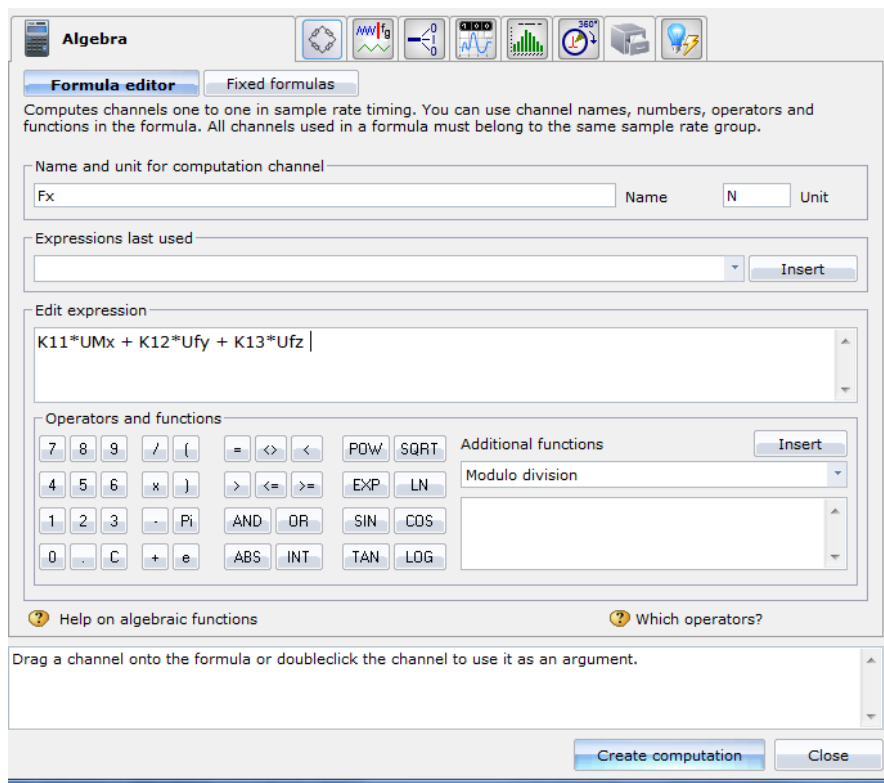
$$F_x = K_{11} \cdot U_{Mx} + K_{12} \cdot U_{fy} + K_{13} \cdot U_{fz}$$

Arbeiten mit catmanEasy

1. Parametrieren Sie alle Kanäle Ihres Messverstärkers
2. Erzeugen Sie im Anschluss daran die entsprechenden Berechnungssignale:



Der Editor erlaubt die Erstellung beliebiger algebraischer Berechnungen:



3. Diese neu entstandenen virtuellen Signale werden auf dem PC online während der laufenden Messung berechnet und können wie ein realer Messkanal entsprechend visualisiert und analysiert werden – und das im Zeit-, Frequenz-, Winkelbereich oder in Bezug auf eine andere Messgröße wie z.B. Weg.

--end

Legal Disclaimer: TECH NOTES are designed to provide a quick overview. TECH NOTES are continuously improved and so change frequently. HBM assumes no liability for the correctness and/or completeness of the descriptions. We reserve the right to make changes to the features and/or the descriptions at any time without prior notice.