

Introduction

This catalog presents a line of strain gages available in creep variations specially tailored for precision transducer manufacturing. Furthermore these gages are optimized in the matrix dimensions and matrix tolerance. Matrix tolerance of all gages in this catalog is only $\pm 0,13$ mm (0,005"). It also contains a selected range of compensation resistors, adhesives, coatings and surface preparation materials recommended for precision transducers.

Description FAE-Series

FAE gages are a series of Constantan alloy patterns on a highly flexible polyimide backing. FAE is the most popular gage series in sensor production and experimental stress analysis as well. Encapsulated grid (option E) is most used. For specifications refer to table 1.

Description FAB-Series

FAB gages are a series of Constantan alloy patterns on a phenolic backing with glass reinforcement. Standard version is encapsulated with leads. For specifications refer to table 1.

Description FSE-Series

FSE gages are a series of Karma alloy patterns on a highly flexible polyimide backing. FSE-series can be supplied with modulus compensation. Encapsulated grid and tinned tabs (option EC) is most used. For specifications and available options refer to table 1. Karma is a hard alloy, bending sharply during application may lead to early fatigue of the gage. BLH recommends to use solder No. 425, P/N 219059, for lead wire attachment on option "EC".

Description FSM-Series

FSM gages are a series of Karma alloy patterns on a reinforced polyimide backing. The operating temperature range is the widest of all BLH SR-4[®] foil gages. FSM-series can be supplied with modulus compensation. For specifications refer to table 1. Encapsulated grid and tinned tabs (option EC) is most used. For specifications and available options refer to table 1.

BLH recommends to use solder No. 425, P/N 219059, for lead wire attachment to option "EC".

Description RAE-Series

Abradable resistors for precise zero balance adjustment. Also available with lead wires (Option L). For other specifications see product tables. The recommended operating temperature range is -75 to +200°C.

Description RBAE-Series

Abradable resistors for precise zero shift temperature compensation. Also available with lead wires (Option L). For other specifications see product tables. The recommended operating temperature range is -75 to +200°C.

Description RNIE-Series

Nickel resistors for sensitivity temperature compensation. Encapsulated grid (Option E) is the standard version. For specifications and available options refer to table 1 and the product tables.

Description RSE-Series

Abradable resistors for precise zero balance adjustment. Also available with tinned tabs (Option C). For other specifications see product tables. The recommended operating temperature range is -265 to +230°C.

Einleitung

Dieser Katalog enthält Dehnungsmeßstreifen (DMS) die in verschiedenen Kriechanpassungen lieferbar sind und sich dadurch speziell für den Bau von Messwertaufnehmern eignen. Ausserdem wurden die DMS durch kleinere Trägerabmessungen und engere Trägertoleranz für den Gebrauch optimiert. Alle DMS in diesem Katalog haben eine Trägertoleranz von nur $\pm 0,13$ mm.

Auch eine Auswahl von Zubehör, insbesondere zum Bau von Präzisions- Messwertaufnehmern, wie Kompensationswiderstände, Klebstoffe, Abdeckmittel und Mittel zur Oberflächenvorbereitung sind in diesem Katalog enthalten.

Beschreibung FAE-Serie

FAE-DMS bestehen aus einem Konstantan-Messgitter und einem hochflexiblen Polyimid-Träger. FAE ist, im Sensorenbau als auch in der Spannungsanalyse, die meistverwendete DMS-Serie. Eine Vielzahl von Optionen und Gittergeometrien sind lieferbar. Meistverwendet wird Option "E".

Beschreibung FAB-Serie

FAB-DMS bestehen aus einem Konstantan-Messgitter und einem glasfaserverstärktem Phenolharz-Träger. Standardversion ist abgedecktes Messgitter mit Anschlussdrähten. Für Spezifikationen siehe Tabelle 1.

Beschreibung FSE-Serie

FSE-DMS bestehen aus einem Karma-Messgitter und einem hochflexiblen Polyimid-Träger. Die FSE-Serie kann mit E-Modulkompensation angepasst auf den Messobjektwerkstoff (siehe Seite 6), geliefert werden. Karma lässt sich nur schlecht löten, daher wird meist die Option "EC" = verzinnte Anschlüsse und abgedecktes Messgitter verwendet. Karma ist eine härtere Messgitterlegierung als Konstantan, deshalb muss ein scharfes Abknicken während der Applikation vermieden werden. Es könnte sonst zu frühem Ermüdungsbruch an der Knickstelle führen. Zum Anlöten der Drähte auf Option "EC" wird Lot 425 Best.-Nr. 219059 empfohlen.

Beschreibung FSM-Serie

FSM-DMS bestehen aus einem Karma-Messgitter und einem faserverstärkten Polyimid-Träger. FSM-DMS haben den höchsten Temperatureinsatzbereich aller BLH Folien-DMS. Karma-DMS können mit E-Modulkompensation angepasst auf den Messobjektwerkstoff (siehe Seite 6), geliefert werden. Karma lässt sich nur schlecht löten, daher wird meist die Option "EC" = verzinnte Anschlüsse und abgedecktes Messgitter verwendet. Zum Anlöten der Drähte auf Option "EC" wird Lot 425, Best.-Nr. 219059 empfohlen.

Beschreibung RAE-Serie

Abrasiv abgleichbarer Widerstand für Brückennullpunkt. Erhältlich ist auch eine Version mit Anschlussdrähten (Option L). Weitere Spezifikationen siehe Produkttabellen. Der empfohlene Gebrauchstemperaturbereich ist -75 bis +200°C.

Beschreibung RBAE-Serie

Abrasiv abgleichbarer Widerstand für Temperaturkompensation des Brückennullpunkts (Tko). Erhältlich ist auch eine Version mit Anschlussdrähten (Option L). Weitere Spezifikationen siehe Produkttabellen. Der empfohlene Gebrauchstemperaturbereich ist -75 bis +200°C.

Beschreibung RNIE-Serie

Nickelwiderstand zur Temperaturkompensation des Nennwertes. Lieferbar in mehreren Versionen, Standard ist abgedecktes Messgitter (Option E). Weitere Spezifikationen und lieferbare Optionen siehe Tabelle 1 und die Produkttabellen.

Beschreibung RSE-Serie

Abrasiv abgleichbarer Widerstand für Brückennullpunkt. Erhältlich ist auch eine Version mit verzinnten Anschlüssen (Option C). Weitere Spezifikationen siehe Produkttabellen. Der empfohlene Gebrauchstemperaturbereich ist -265 bis +230°C.



Technical Data / Technische Daten

Table 1

Specifications	FAB-Series	FAE-Series	FSE-Series	FSM-Series	RNIE-Series
Resistance tolerance, open face grid. (If not specified otherwise in the table section)	na	± 0,15 %	± 0,15 %	± 0,15 %	± 1 %
Resistance tolerance, for all other than open face grid. (If not specified otherwise in the table section)	± 0,2 %	± 0,2 %	± 0,2 %	± 0,2 %	± 1,5 %
Gage factor, nominal. Exact value is stated on each package	2,05	2,05	2,1	2,1	na
Tolerance of gage factor	± 0,5 %	± 0,5 %	± 0,5 %	± 0,5 %	na
Gage factor slope	Graph included in each package				na
Transverse sensitivity	Stated on each gage package, if appropriate				na
Temperature ranges: strain gage w/o options Options C, EC, L, EL	-75 to +230°C n/a	-75 to +205°C -75 to +205°C	-265 to +230°C* -265 to +205°C	265 to +400°C* -265 to + 205°C	-75 to +205°C -72 to +205°C
Fatigue life (bidirectional)	>10 ⁷ cycles at ± 1150 µm/m	>10 ⁷ cycles at ± 1650 µm/m	>10 ⁷ cycles at ± 2250 µm/m	>10 ⁷ cycles at ± 2250 µm/m	na
Safe bending radius	3 mm	1,6 mm	1,6 mm	3 mm	1,6 mm
Available options	none	E, EC, EL	C, E, EC, EL	C, EC, EL	E, EC, EL
Adhesive to use	All appropriate strain gage adhesives. For precision transducer QA 600 or QA 550 is recommended. PLD-700 is recommended for FSM upto 400°C.				
Option C (Tinned tabs)	see note 1	Tabs are pre-tinned with a thin layer of 218°C (425°F) solder.			
Option E (Encapsulated grid)	see note 1	A 0,025 mm thick layer of polyimide film covers all the gage, except a portion of the tab necessary for lead attachment, is not covered			
Option EC (Encapsulated grid & tinned tabs)	see note 1	A combination of option E and option C.			
Option EL (Encapsulated grid with leads)	see note 1	Nickel-clad copper ribbon >25 mm long and 0,06 mm thick is soldered with 218°C solder. Usable to 205°C. The gage incl. the solder joints are covered with a 0,025 mm thick polyimide layer.			

Note 1: FAB Series is encapsulated with welded leads as standard.

* Temperature range depends also on the options selected.

Tabelle 1

Spezifikationen	FAB-Serie	FAE-Serie	FSE-Serie	FSM Serie	RNIE-Serie
Widerstandstoleranz, offenes Messgitter (wenn im Tabellenteil nicht anders angegeben)	entfällt	± 0,15 %	± 0,15 %	± 0,15 %	± 1 %
Widerstandstoleranz, alle Optionen (wenn im Tabellenteil nicht anders angegeben)	± 0,2 %	± 0,2 %	± 0,2 %	± 0,2 %	± 1,5 %
k-Faktor, nominal. Genauer Wert ist auf jeder Packung angegeben	2,05	2,05	2,1	2,1	entfällt
Toleranz des k-Faktors	± 0,5 %	± 0,5 %	± 0,5 %	± 0,5 %	entfällt
Temperaturkoeffizient des k-Faktors	Ein Kennblatt ist jeder Packung beigelegt				entfällt
Querempfindlichkeit	Auf jeder Packung angegeben (falls anwendbar)				entfällt
Temperaturbereiche: DMS ohne Optionen Optionen C, EC, L, EL	-75 bis +230°C n/a	-75 bis +205°C -75 bis +205°C	-265 bis +230°C* -265 bis +205°C	265 bis +400°C* 265 bis +205°C	-75 bis +205°C -75 bis +205°C
Lebensdauer (bidirektional)	>10 ⁷ Zyklen bei ± 1150 µm/m	>10 ⁷ Zyklen bei ± 1650 µm/m	>10 ⁷ Zyklen bei ± 2250 µm/m	>10 ⁷ Zyklen bei ± 2250 µm/m	entfällt
Biegeradius (min)	3 mm	1,6 mm	1,6 mm	3 mm	1,6 mm
Erhältliche Optionen	keine	E, EC, EL	C, E, EC, EL	C, EC, EL	E, EC, EL
Verwendbare Klebstoffe	Die meisten DMS-Klebstoffe sind geeignet. Für Präzisions-Messwertaufnehmer wird QA-600 oder QA-550 empfohlen. Für FSM bis 400°C wird PLD-700 empfohlen.				
Option C (Verzinnete Anschlüsse)	siehe Anm.1	Anschlüsse sind mit einer dünnen Schicht Lot (218°C) überzogen			
Option E (Abgedecktes Messgitter)	siehe Anm.1	Ein 0,025 mm dicker Polyimidfilm deckt den ganzen DMS ab. Nur der zum Anlöten der Anschlussdrähte nötige Bereich bleibt frei.			
Option EC	siehe Anm.1	Eine Kombination aus Option E und Option C.			
Option EL (Abgedecktes Messgitter und Anschlussdrähte)	siehe Anm.1	Nickelplattierte Kupferbänder >25 mm lang und 0,06 mm dick, mit 218°C Lot angelötet an den DMS. Betriebstemperatur bis 205°C. Der ganze DMS inkl. der Lötstellen ist mit 0,025 mm Polyimidfilm abgedeckt.			

Anmerkung 1: Die FAB-Serie ist immer abgedeckt mit angeschweißten Anschlussdrähten

* Temperaturbereich hängt auch von der verwendeten Option ab.

Creep Compensation / Kriechkompensation

Creep Compensation

To achieve a creep specification suitable for commercial transducers it is sometimes necessary to match the strain gage's creep characteristic to the spring element. The creep variation on the gage is achieved by varying the end loop length/strand width ratio (e/s), (Figure 1). A long end loop (large ratio) will result in a more positive creep while a short end loop (small ratio) will result in a more negative creep (Figure 2). Most spring elements do exhibit a positive creep so the strain gage is selected to compensate by a controlled negative creep. Transducer creep depends on several variables such as spring element material, heat treatment, adhesive type, strain field and temperature. So it usually can not be predicted which end tab ratio is appropriate for a given transducer. For most applications the standard version, as recommended in the table section, is adequate.

Selecting a gage

The following steps detail the main considerations to select an appropriate gage for a given application.

- **Select the appropriate gage series:**
For industrial transducer the FAE-Series is a good choice. FSE-series is recommended for high operating temperature up to 230°C (445°F) and cryogenic. FSM-Series in this catalog is intended for high resistance requirements.
- **Select the required self temperature compensation:**
Use "S6" for steel transducers ($\alpha = 10,8 \text{ ppm/}^\circ\text{C}$) and "S13" for aluminum transducers ($\alpha = 23,4 \text{ ppm/}^\circ\text{C}$). Other compensations i. e. "S9" ($\alpha = 16,2 \text{ ppm/}^\circ\text{C}$), or "S5" for titanium, are available on special order.
- **Select the option you want to use:**
Standard gages in this catalog are offered encapsulated (Option E), except if noted otherwise. BLH recommends encapsulation because it protects the grid during the application process. Special order gages in this catalog can be provided in a variety of options. For a description of available options see the specification of the gage series.
- **Select the creep code:**
If no creep data are available, it is suggested to order the standard creep code, to evaluate four or five transducers. Depending on the test results a creep corrected gage can be recommended by BLH, or the customer can select another creep code based on his own experience. It should be noted that creep results of encapsulated grids are not directly comparable with non encapsulated grids.

Kriechkompensation

Um eine für Messwertnehmer ausreichende Kriechspezifikation zu erreichen ist es manchmal notwendig, das Kriechen des DMS auf die Kriechcharakteristik des Messwertnehmer-Federkörpers anzupassen.

Eine Variation des Kriechens wird durch Verändern des Verhältnisses von Umkehrstellenlänge (e) zu Leiterbahnbreite (s) erreicht (Bild 1). Je länger die Umkehrstelle im Verhältnis ist, desto positiver wird das Kriechen, während ein kleines Verhältnis ein negatives Kriechen zur Folge hat (Bild 2). Die meisten Federkörper weisen ein positives Kriechen auf, deshalb wird dafür ein DMS mit einem kontrollierten negativen Kriechen zur Kompensation ausgewählt. Messwertnehmerkriechen setzt sich aus vielen Variablen zusammen, wie Federmaterial, Wärmebehandlung, Dehnungsverteilung und Temperatur. Deshalb ist eine Vorhersage, welches das passende Umkehrstellenverhältnis ist, nicht möglich. Für die meisten Anwendungen ist die im Tabellenteil empfohlene Anpassung ausreichend.

Auswählen eines DMS

Folgende Schritte zeigen einige wichtige Überlegungen für die Auswahl des DMS.

- **Auswahl der geeigneten DMS-Serie:**
Für Messwertnehmer ist die FAE-Serie eine gute Wahl. FSE-Serie wird für weite Betriebstemperaturen von -265 bis +230°C empfohlen. FSM-Serie in diesem Katalog ist für hochohmige Anwendungen vorgesehen.
- **Auswahl der Kompensation für scheinbare Dehnung.**
Für Federkörper aus ferritischem Stahl ist "S6" geeignet, ebenso für viele Edelstähle ($\alpha = 10,8 \text{ ppm/}^\circ\text{C}$). Für Aluminium wird "S13" ($\alpha = 23,4 \text{ ppm/}^\circ\text{C}$) gewählt. Andere Temperaturkompensationen z.B. "S9" ($\alpha = 16,2 \text{ ppm/}^\circ\text{C}$), oder "S5" für Titan, sind ebenso erhältlich jedoch oft nicht an Lager vorrätig.
- **Auswahl der gewünschten Option.**
Alle DMS in diesem Katalog sind mit abgedecktem Messgitter (Option E) ausgestattet. Ausnahmen sind im Katalog gekennzeichnet. BLH empfiehlt abgedeckte Messgitter, da die Abdeckung den DMS während der Applikation weitestgehend schützt. Auf Bestellung können jedoch auch andere Optionen geliefert werden. Lieferbare Optionen sind in der Beschreibung der DMS-Serie aufgeführt.
- **Auswahl der Kriechkompensation:**
Wenn noch keine Kriechdaten vorliegen ist es empfehlenswert, mit der Standard-Kriechanpassung zu beginnen und damit vier bis fünf Messwertnehmer zu testen. Abhängig vom Resultat kann dann eine geeignete Kriechanpassung von BLH empfohlen werden oder der Kunde wählt aus eigener Erfahrung eine Kriechanpassung aus diesem Katalog aus. Es sollte beachtet werden, dass Kriechresultate von abgedeckten Messgittern nicht mit denen von offenen Messgittern vergleichbar sind.

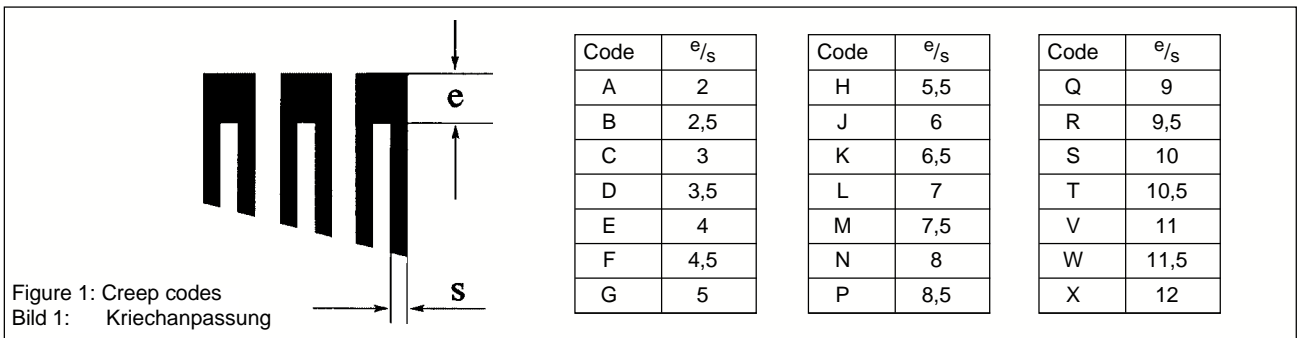


Figure 1: Creep codes
Bild 1: Kriechanpassung



Modulus Compensation / E-Modul Kompensation

Modulus Compensation

All FSE and FSM gages in this catalog are also available with modulus compensation. The change of transducer sensitivity as a function of temperature is primarily related to the change in Young's modulus of the transducer material and the change in gage factor of the strain gage. Modulus compensation provides self correction for these temperature induced effects by a controlled negative gage factor of the gage. See figure 3. To order modulus compensated gages just replace the "SX" code in the gage designation by the desired modulus compensation "M" code as described below.

M2 for Tool Steel

The slope of gage factor is -2,7% per 100°C. Suitable to compensate for many tool steels.

M3 for Stainless Steel

The slope of gage factor is -3,0% per 100°C. Suitable to compensate for many stainless steels, especially for the widely used 17-4PH and 15-5PH alloy.

M13 for Aluminium

The slope of gage factor is -7,2% per 100°C. Suitable to compensate for many aluminiums, especially for the widely used 2024 alloy.

Other compensations i.e. M11 for titanium are available on request.

E-Modul Kompensation

Alle DMS der FSE- und FSM-Serie in diesem Katalog sind auch mit E-Modul Kompensation lieferbar. Die Temperaturabhängigkeit des Nennwerts eines Messwertaufnehmers wird durch temperaturbedingte Änderung der Elastizität des Federkörpers und durch K-Faktor Erhöhung des DMS verursacht. E-Modul Kompensation des DMS korrigiert diese Fehler durch eine kontrollierte Temperaturabhängigkeit des K-Faktors. Siehe Bild 3. Um E-Modul kompensierte DMS zu bestellen ersetzen Sie einfach den "SX" Code in der Modellbezeichnung durch den unten beschriebenen "M"-Code.

M2 für Werkzeugstahl

Negativer Temperaturgang des K-Faktors von -2,7% per 100°C. Geeignet für viele Werkzeugstähle.

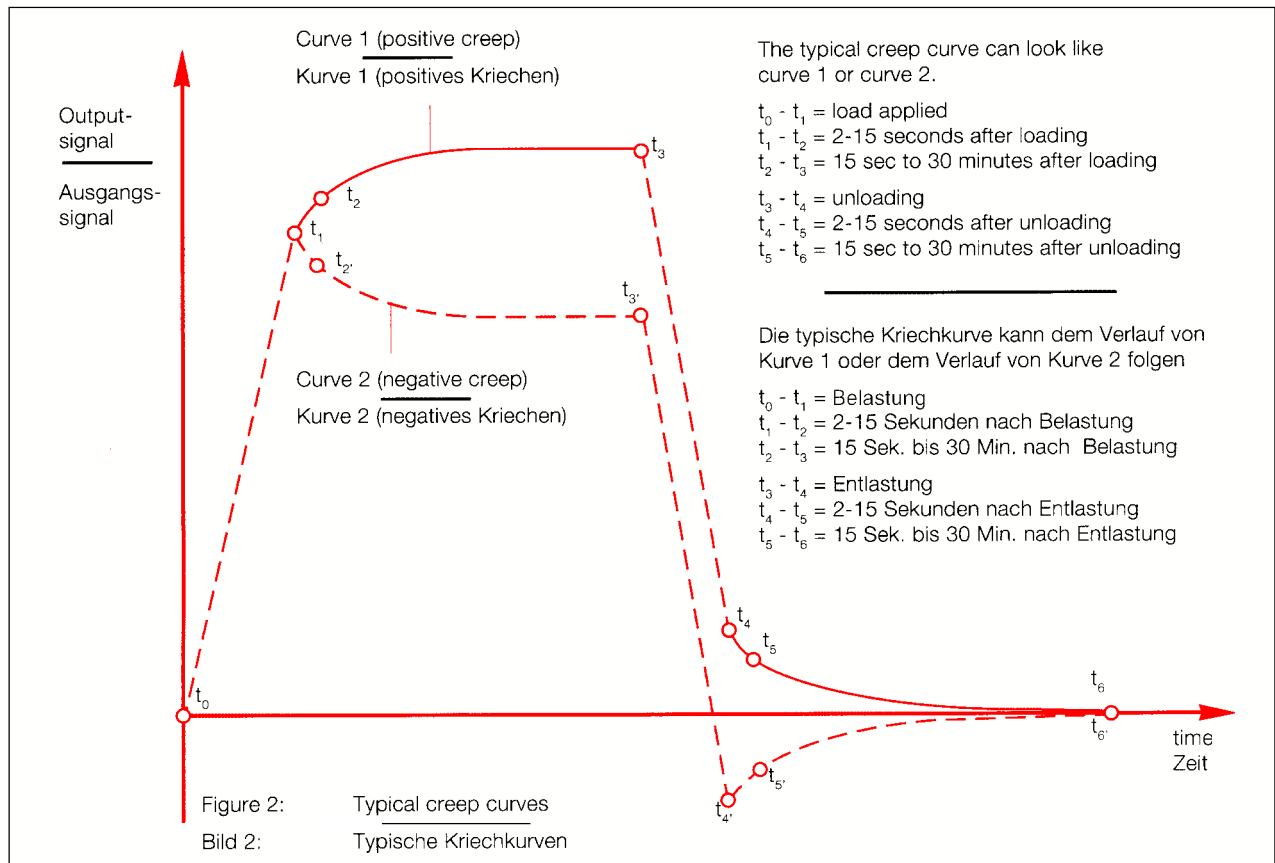
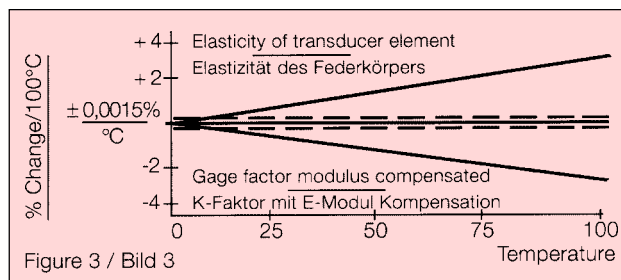
M3 für Edelstahl rostfrei

Negativer Temperaturgang des K-Faktors von -3,0% per 100°C. Geeignet für viele Edelstähle und speziell für 1.4548 und 1.4542.

M13 für Aluminium

Negativer Temperaturgang des K-Faktors von -7,2% per 100°C. Geeignet für viele Aluminiumsorten und speziell für AlCuMg2.

Weitere Kompensationen z.B. M11 für Titan sind auf Anfrage lieferbar.



Gage Coding System / DMS-Bestellkodierung

Identification Code

 |
 Creep Code

FAED - A6167 N - 35 - XX E

| | | |

|-----|-----|

FAED - 06B - 35 - XX E - N

Sensing Element

F = Foil-gage
 R = Foil-resistor

Type of Alloy

A = Constantan (400)
 S = Stabiloy
 BA = Balco
 Ni = Nickel

Carrier Materials

B = Phenolic-glass
 E = Polyimide
 M = Polyimide-glass

Grid Configuration Code

D = Dual diagonal (Torque/Shear)
 S = Diaphragm
 T = Transverse (2 elements)
 GR, GL = Single grid shear gage
 Number = Number of elements
 No letter or number = Single element

Sensing Element Length

(x 0,01 = active gage length in inch)
 (x 0,254 = active gage length in mm)

Creep Code

(see description on page 5)

Option-Suffix

C = Tinned tabs
 E = Encapsulated grid
 EC = Encapsulated with tinned tabs
 EL = Encapsulated with leads
 W.O. = Open face grid

Temperature Compensation

($\mu\text{m}/\text{m}/^\circ\text{F}$)
 S 6 = Mild steel = $10.8 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}$
 S 13 = Aluminum = $23.4 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}$
 Others on request
 or Young's modulus compensation
 M1 to M15 (only FSE- and FSM-series)

Resistance of Element

x 10 Ohms

Tab or Grid Arrangements

Identifizierungscode

 |
 Kriechanpassung

FAED - A6167 N - 35 - XX E

| | | |

|-----|-----|

FAED - 06B - 35 - XX E - N

Aktives Element

F = Folien-DMS
 R = Folien-Widerstand

Gitterlegierung

A = Konstantan (400)
 S = Ni-Cr (Stabiloy/Karma)
 BA = Balco
 Ni = Nickel

Trägerwerkstoff

B = Phenol + Glasfaser
 E = Polyimid
 M = Polyimid + Glasfaser

Gittergestaltung

D = Dual Diagonal Torsion/Scherung
 S = Membrane
 T = Transversal (2 Elemente)
 GR, GL = Einzel-DMS für Scherung
 Zahl = Zahl der Messgitter
 Kein Buchstabe oder Zahl = Einzelmessgitter

Aktive Gitterlänge

(x 0,254 = aktive Länge in mm)

Kriechanpassung

(siehe Beschreibung auf Seite 5)

Option

C = Verzinnte Anschlüsse
 E = Abgedecktes Messgitter
 EC = Abged. u. verzinnte Anschlüsse
 EL = Abgedeckt und Anschlussdrähte
 Ohne = Offenes Messgitter

Temperatur-Kompensation

($\mu\text{m}/\text{m}/^\circ\text{F}$)
 S 6 = Stahl = $10.8 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}$
 S 13 = Aluminium = $23.4 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}$
 andere auf Anfrage
 oder E-Modul Kompensation
 M1 bis M15 (nur FSE- und FSM-Serie)

Widerstand

x 10 Ohm

Anschluss- und Gitteranordnung