

Assistenzsysteme für die Fertigungsautomation – Intelligente Motorüberwachung

Erfassung einer Vielzahl von Motor-Anomalien zur Minimierung ungeplanter Ausfallzeiten



Wer spricht da?



Clemens Baumann

Wohnort: Radebeul

Alter: 42 Jahre

Verheiratet, 3 Kinder

Vertriebsingenieur OMRON Electronics GmbH

Vertriebsgebiet Nord-Ost

Spezialisierung in Sicherheitstechnik, Sensoren
und Komponenten





GRÜNDUNG DER TATEISI ELECTRIC
MANUFACTURING CO. IN OSAKA

1933

durch Kazuma Tateisi



GRÜNDUNG DER OMRON
CORPORATION UNTER DEM
NEUEN MOTTO:

1959

**„Arbeiten für ein besseres
Leben, eine bessere Welt für alle“**

GRÜNDUNG OMRON TAIYO ELECTRIC
CO., LTD. ERSTES JAPANISCHES
UNTERNEHMEN MIT EINEM
SOZIALEM KONZEPT

1972

**für Menschen mit
Beeinträchtigungen**



1933

90 JAHRE ERFAHRUNG IM BEREICH
DER SENSOR- UND
STEUERUNGSTECHNOLOGIE



OMRON in Zahlen

29,000

Mitarbeiterinnen
und Mitarbeiter
weltweit

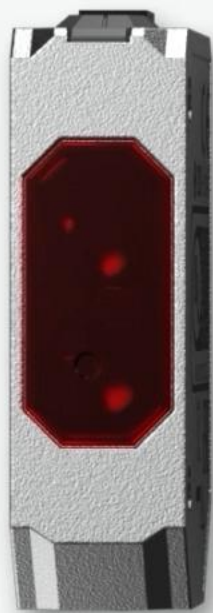
130

Länder und
Regionen weltweit

5

Milliarden Euro
Jahresumsatz

Nettoumsatz
818.8 billion ¥
Ende März 2024



Industrie challenge #1 : Ungeplante Ausfallzeiten



Kosten ungeplanter Ausfälle

“It’s not if something will break but when will it break”

82 % der Unternehmen haben ungeplante Ausfallzeiten erlebt, und die ungeplanten Ausfallzeiten können ein Unternehmen bis zu 250.000 EUR/h kosten.



| Industry | Cost of downtime (per min.) | Cost of downtime (per hr.) |
|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Automotive – Assembly | EUR 15,000 | EUR 900,000 |
| Automotive – Powertrain | EUR 5,000 | EUR 300,000 |
| Semi-conductor | EUR 4,200 | EUR 250,000 |
| Processed Food Production | EUR 320 | EUR 18,500 |
| Bottled Water Production | EUR 50 | EUR 3,000 |

Wo entstehen die Kosten?

- Verlorene Produktion
- Reparatur oder Austausch von Geräten

OMRON Ursachen für ungeplante Ausfallzeiten

Top 3

1. Alternde Geräte (50%)
2. Operatorfehler (15%)
3. Zeitmangel (14%)



Häufige Komponentenfehler bei:

- Elektromotoren
- Hydraulikpumpen
- Kühlpumpen
- Schaltanlagen
- Förderern
- Getrieben
- Kesseln
- Transformatoren
- Generatoren
- Kältemaschinenpumpen



Problem #2 : Mangel an qualifizierten Wartungsarbeitern

Es gibt mehr Menschen, die in den Ruhestand gehen, als in die Instandhaltung eintreten.

- 6/10 Stellen in der Fertigung sind aufgrund des Fachkräftemangels unbesetzt. Der höchste Bedarf an Fachkräften besteht vor allem bei Wartungstechnikern
- Auswirkung: Ein Mangel an qualifizierten Wartungsarbeitern kann ein Unternehmen bis zu 11 % des Jahresgewinns kosten

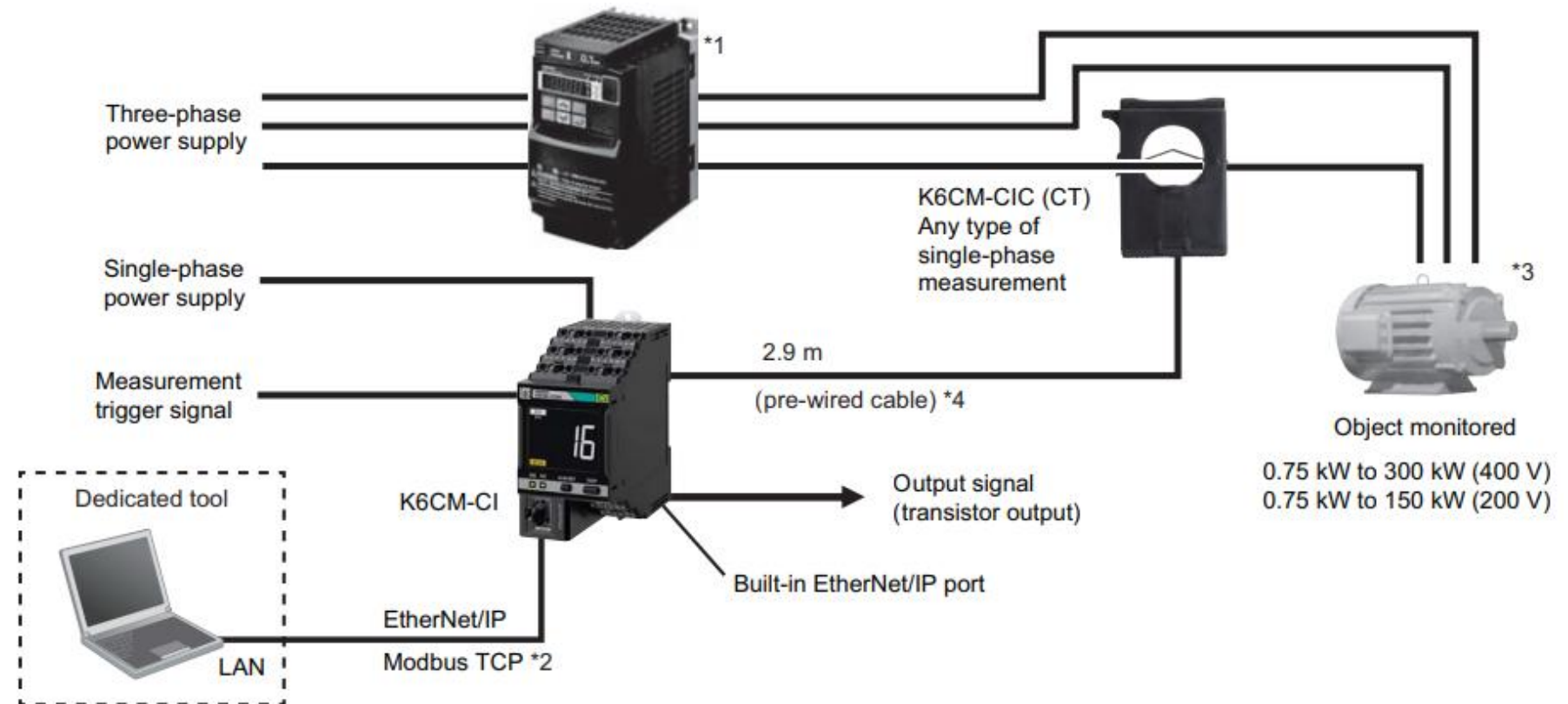


Arten von Wartungsstrategien



| | Reactive Maintenance (Run to failure) | Preventative Maintenance (zeitbasiert) | Predictive Maintenance (zustandsbasiert) |
|---------------------|---|---|--|
| Beschreibung | <ul style="list-style-type: none"> Keine regelmäßige Wartung. Ersetzen der Komponente bei einem Fehler | <ul style="list-style-type: none"> Geplante Inspektionen zeitbasierte Wartung | <ul style="list-style-type: none"> 24/7 kontinuierliche Überwachung der kritischen Ausrüstung Durchführen von Wartungsarbeiten auf der Grundlage des Maschinenzustands |
| Pros | <ul style="list-style-type: none"> Weniger Personal Niedrige Kosten | <ul style="list-style-type: none"> Erhöhte Lebensdauer der Komponenten Reduziert die Wahrscheinlichkeit ungeplanter Ausfallzeiten | <ul style="list-style-type: none"> Schnellere Reaktionszeit auf Probleme 8-12% Kosteneinsparungen im Vergleich zur vorbeugenden Wartung Verbesserte Sicherheit der Arbeitnehmer |
| Cons | <ul style="list-style-type: none"> Erhöhte Wahrscheinlichkeit ungeplanter Ausfallzeiten Die Ausfallkosten können 10x so viel sein wie die vorbeugende Wartung | <ul style="list-style-type: none"> Arbeitsintensiv Zeitaufwendig Keine kontinuierliche Überwachung | <ul style="list-style-type: none"> Erhöhte Investitionen Neue Ausbildung für neue Technologie |

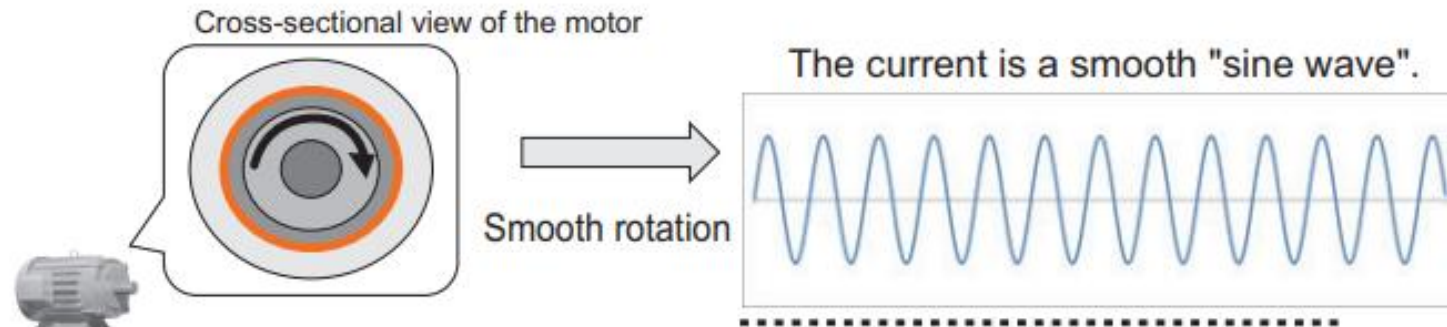
K6CM-CI2M (Stromanalyse)



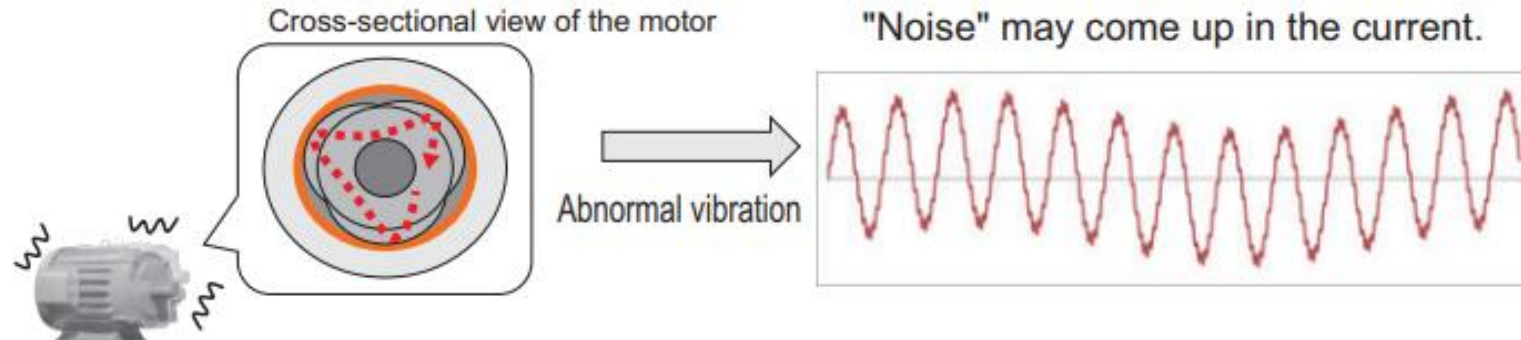
By keeping a PC or PLC continuously connected, you can monitor the state of a motor.

K6CM-CI2M (Stromanalyse) – das Prinzip

(1) Motor and load are normal.

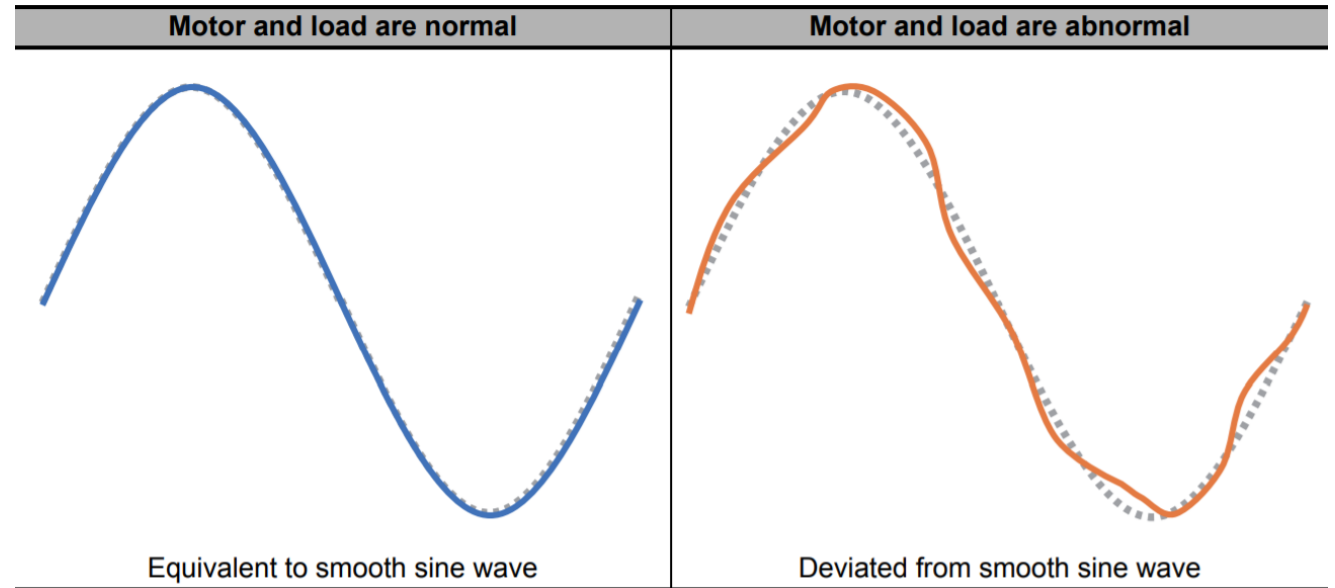


(2) An abnormality is occurring.



K6CM-CI2M (Stromanalyse) – Degradationslevel 1

- Vergleich der aktuellen Stromkurve mit Stromkurve im idealen Zustand
- Grad der Abweichung wird in numerischen Werten dargestellt (als Degradationslevel 1)
- bei abnormalem Motor- oder Lastverhalten → große Abweichung

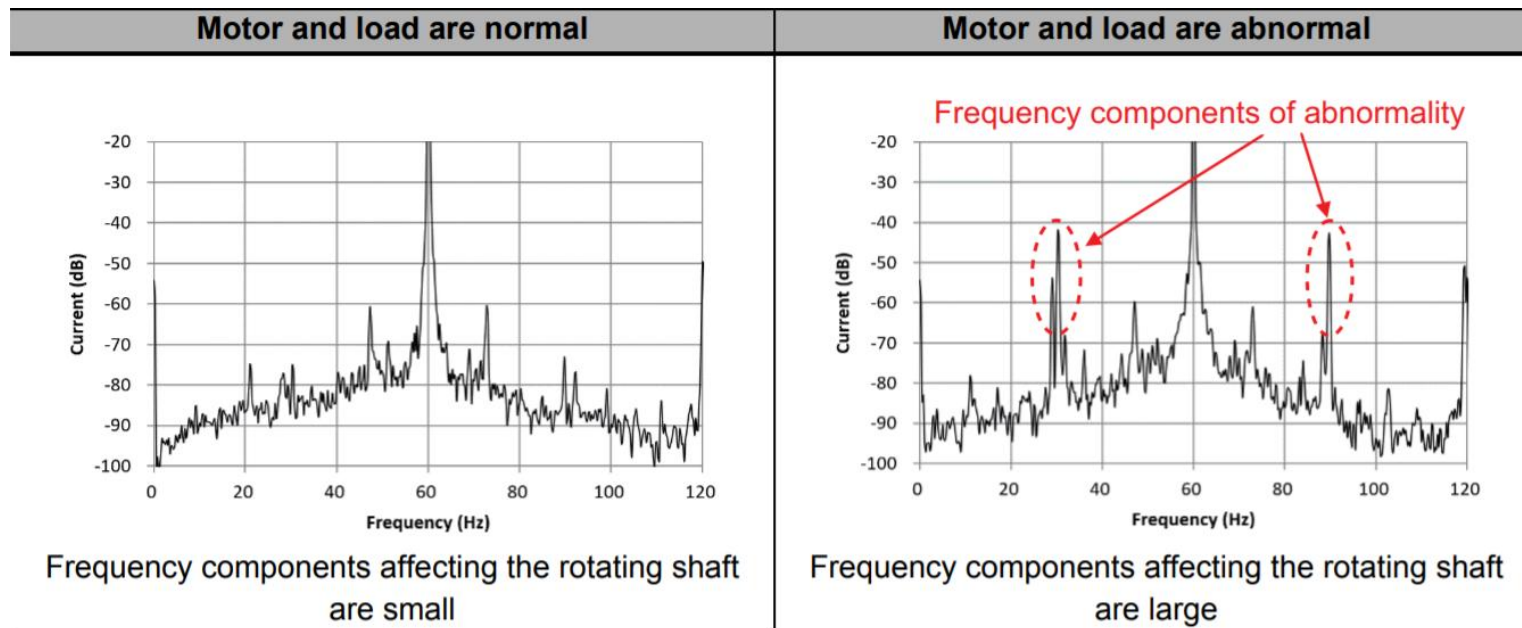


ACHTUNG: Bei durch Umrichtern angetriebenen Motoren sind Stromkurven auch im Gutzustand teilweise sehr verzerrt !

LÖSUNG: Bewertung des Motorzustandes mit Frequenzanalyse (Degradationslevel 2)

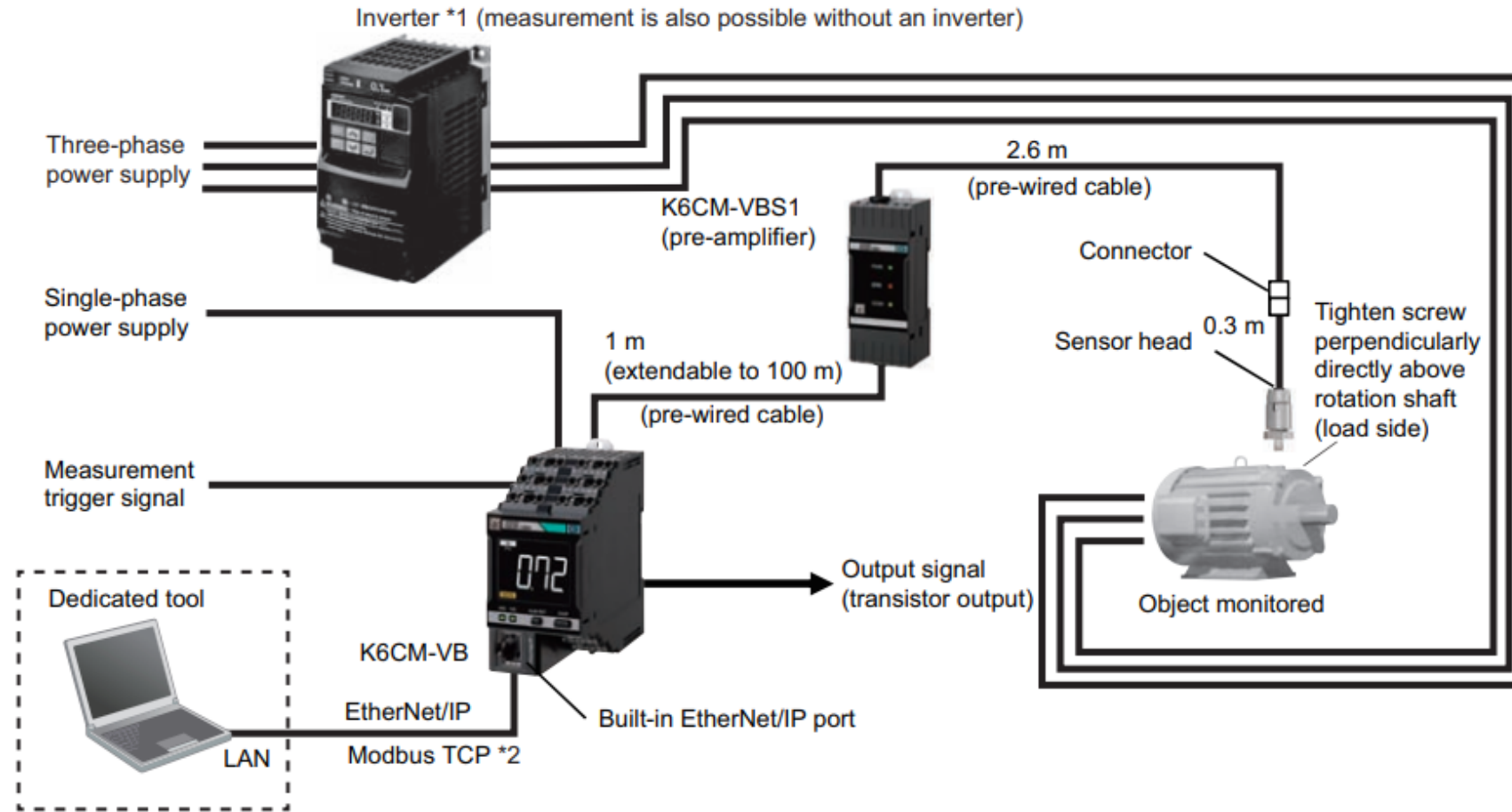
K6CM-CI2M (Stromanalyse) – Degradationslevel 2

- Frequenzanalyse der Stromkurve
- Stellt dar, welche Frequenzanteile zur Antriebsfrequenz und welche die Motorwelle betreffende Anteile enthalten sind
- Grad der Abweichung wird in numerischen Werten dargestellt (als Degradationslevel 2)
- bei abnormalem Motor- oder Lastverhalten → große Frequenzanteile durch Motorwelle im Spektrum enthalten



Vor allem für Umrichter-betriebene Motoren anwendbar !

K6CM-VBM (Vibration- und Temperatur)



By keeping a PC or PLC continuously connected, you can monitor the state of a motor.

Nicht nur für Drehstrom-Asynchronmotoren geeignet!

OMRON

K7DD



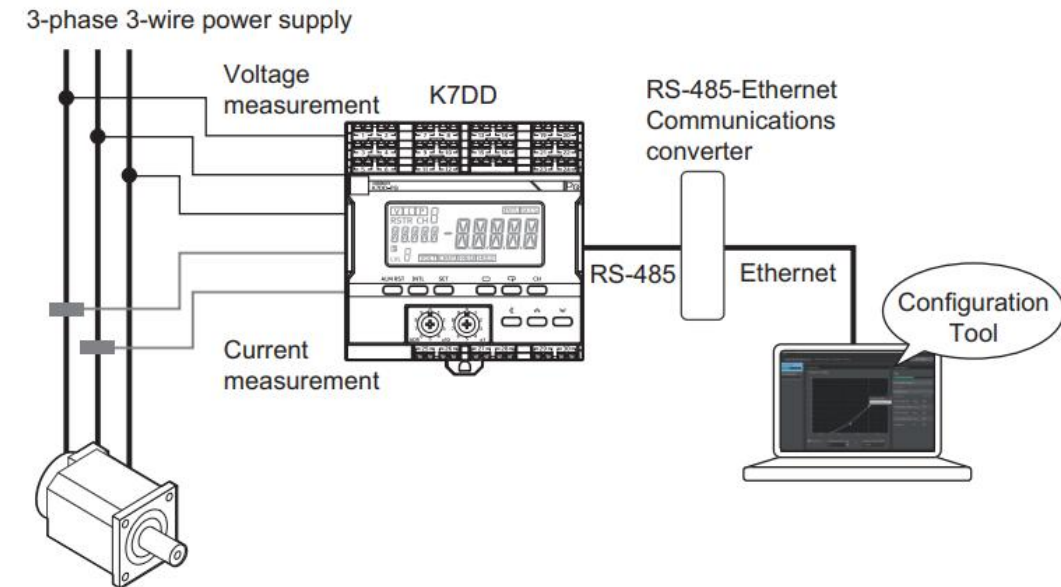
Servo motor equipment



Induction motor equipment



- Zustandsüberwachung und Fehlerdiagnose eines Rotationsmechanismus, wie z. B. eines Servomotors
- Messung von Spannung und Strom auf den Stromleitungen
- Umwandlung in verschiedene Merkmalswerte
- Erkennung von Fehlern und Änderungen

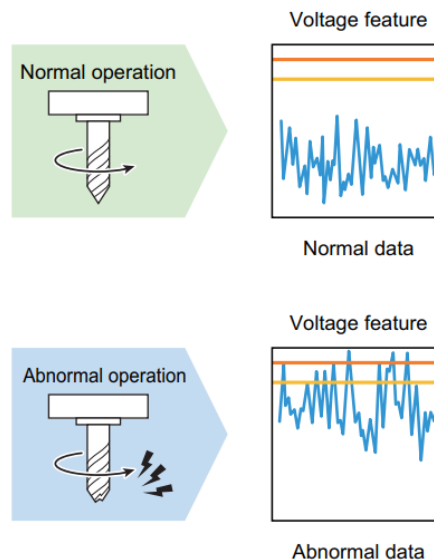


Features

- High speed sensing:
 - Abtastung aller 6 Kanäle mit 400 kHz (2,5 µs)
- High-Speed Parameter Conversion:
 - Merkmalswerte werden alle 50 ms neu bewertet

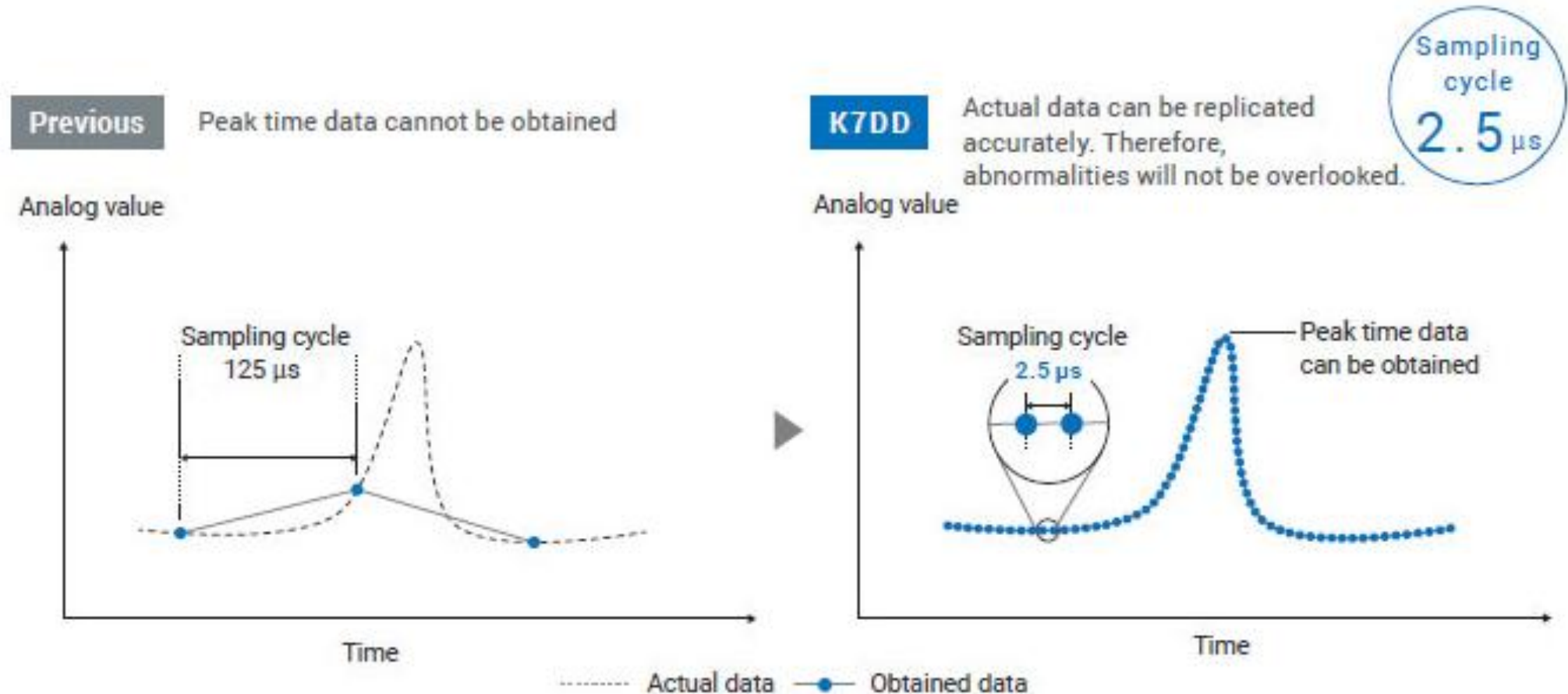
- 17 verschiedene Merkmalswerte

- 3 Anschlussarten



| Convertible parameters | | 3-phase 3-wire | 3-phase 4-wire | Only current |
|---|---------------------------|----------------|----------------|--------------|
| Converted from voltage measurement result | R.M.S. value | ✓ | ✓ | × |
| | Fundamental amplitude | ✓ | ✓ | × |
| | Waveform peak+ | ✓ | ✓ | × |
| | Waveform peak- | ✓ | ✓ | × |
| | Unbalance | ✓ | ✓ | × |
| | Total harmonic distortion | ✓ | ✓ | × |
| Converted from current measurement result | R.M.S. value | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Fundamental amplitude | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Waveform peak+ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Waveform peak- | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Unbalance | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Harmonic current | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Total harmonic distortion | ✓ | ✓ | ✓ |
| Converted from measurement results of voltage and current | Frequency | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Enabled | ✓ | ✓ | × |
| | Disabled | ✓ | ✓ | × |
| | Apparent power | ✓ | ✓ | × |
| | Power factor | ✓ | ✓ | × |

Integrierte Hochleistungsabtastung - Replizieren Sie analoge Werte in realen Umgebungen



142 Merkmalswerte pro Phase somit mehr als 400 insgesamt



| ID | Feature value | Tool display | Description | Unit | Monitorable wiring state | |
|----|-----------------------------------|---------------|---|------|--------------------------|----------------------|
| | | | | | 3P3W2M 3P4W | Single phase current |
| 0 | R.M.S. voltage | VRMS | The R.M.S. value is the AC value that actually does the work, representing "the value of AC voltage that produces the same power as that of DC". | [V] | ✓ | × |
| 1 | Voltage waveform peak+ | VPeak+ | This is the maximum value of the AC voltage on the positive side. | [V] | ✓ | × |
| 2 | Voltage waveform peak- | VPeak- | This is the maximum value of the AC voltage on the negative side. | [V] | ✓ | × |
| 3 | Voltage unbalance | VUnb | This value represents the ratio of the unbalance of each voltage in a 3-phase AC where the phases differ by 120°. | [%] | ✓ | × |
| 4 | Voltage fundamental amplitude | VFnd | The fundamental wave in the K7DD refers to the power frequency of ID141. This is the amplitude of the voltage component of the fundamental wave. | [V] | ✓ | × |
| 5 | Voltage total harmonic distortion | VTHD | This value represents the ratio of the magnitude of all harmonic components to the magnitude of the voltage fundamental, expressed as a percentage. It is a measure of how much the total harmonic component distorts the fundamental waveform. | [%] | ✓ | × |
| 6 | R.M.S. Current | IRMS | The R.M.S. value is the AC value that actually does the work, representing "the value of AC current that produces the same power as that of DC". | [A] | ✓ | ✓ |
| 7 | Current waveform peak+ | IPeak+ | This is the maximum value of the AC current on the positive side. | [A] | ✓ | ✓ |
| 8 | Current waveform peak- | IPeak- | This is the maximum value of the AC current on the negative side. | [A] | ✓ | ✓ |
| 9 | Current unbalance | IUnb | This value represents the ratio of the unbalance of each current in a 3-phase AC where the phases differ by 120°. | [%] | ✓ | × |
| 10 | Current fundamental amplitude | IFnd | The fundamental wave in the K7DD refers to the power frequency of ID141. This is the amplitude of the current component of the fundamental wave. | [A] | ✓ | ✓ |
| 11 | 0.5th order harmonic current | I0.5 | The waveform of 0.5 times the frequency of the fundamental frequency (power frequency) is called the 0.5th order harmonic current. Observing this value allows for identifying the ratio of harmonic components included for each order. | [%] | ✓ | ✓ |

| ID | Feature value | Tool display | Description | Unit | Monitorable wiring state | |
|-----|-----------------------------------|---------------|---|--------|--------------------------|----------------------|
| | | | | | 3P3W2M 3P4W | Single phase current |
| 12 | 1.5th order harmonic current | I1.5 | The waveform of 1.5 times the frequency of the fundamental frequency (power frequency) is called the 1.5th order harmonic current. Observing this value allows for identifying the ratio of harmonic components included for each order. | [%] | ✓ | ✓ |
| 13 | 2nd order harmonic current | I2 | The waveform of 2 times the frequency of the fundamental frequency (power frequency) is called the 2nd order harmonic current. Observing this value allows for identifying the ratio of harmonic components included for each order. | [%] | ✓ | ✓ |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 134 | 62.5th order harmonic current | I62.5 | The waveform of 62.5 times the frequency of the fundamental frequency (power frequency) is called the 62.5th order harmonic current. Observing this value allows for identifying the ratio of harmonic components included for each order. | [%] | ✓ | ✓ |
| 135 | 63rd order harmonic current | I63 | The waveform of 63 times the frequency of the fundamental frequency (power frequency) is called the 63rd order harmonic current. Observing this value allows for identifying the ratio of harmonic components included for each order. | [%] | ✓ | ✓ |
| 136 | Current total harmonic distortion | ITHD | This value represents the ratio of the magnitude of all harmonic components to the magnitude of the current fundamental, expressed as a percentage. It is a measure of how much the total harmonic component distorts the fundamental waveform. | [%] | ✓ | ✓ |
| 137 | Active power | PAct | Refers to the power that is actually consumed as power. | [kW] | ✓ | × |
| 138 | Reactive power | PReact | Refers to the power which is not used as actual power. This power only goes back and forth between the load and the power supply, without being consumed. | [kvar] | ✓ | × |
| 139 | Apparent power | PAprnt | This is the power where active and reactive power are combined (in vectorial terms). It is the product of the R.M.S. voltage and the R.M.S. current, which, as the name implies, is the ostensible (apparent) electric power. | [kVA] | ✓ | × |
| 140 | Power factor | PF | Represents the ratio of active power to apparent power. The power factor (PF) is calculated as an R.M.S. value that includes harmonic components. The larger the harmonic current component, the lower the power factor. | [-] | ✓ | × |
| 141 | Power frequency | FREQ | This is a numerical expression of how many times an AC wave is repeated per second. Measurement range: 40 Hz to 250 Hz | [Hz] | ✓ | ✓ |

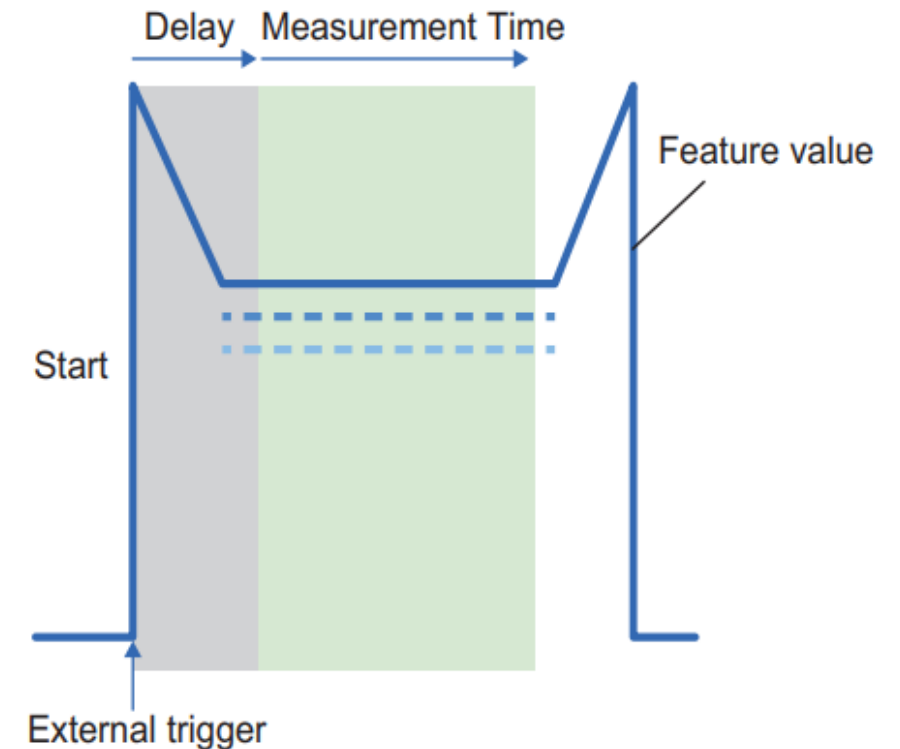
Der Ablauf zur Inbetriebnahme

1. Trigger einstellen
2. Normaldaten aufnehmen
3. Fehlerdaten definieren
4. Auswahl geeigneter Merkmalswerte
5. Automatische Berechnung von Alarmwerten für entsprechende Merkmalswerte

Genaue Überwachung mit Triggereinstellungen

TRIGGER-EINSTELLUNGEN FÜR PRÄZISERE MESSUNGEN

- Start- und Endzeiten des Betriebs sind nicht ungeeignet wegen zu starken Änderungen von Spannung und Strom
- Abschnitte mit stabilem Strom und stabiler Spannung sind bevorzugt
- Kontinuierlich laufende Anlagen brauchen evtl. keinen Trigger



Trigger Typen

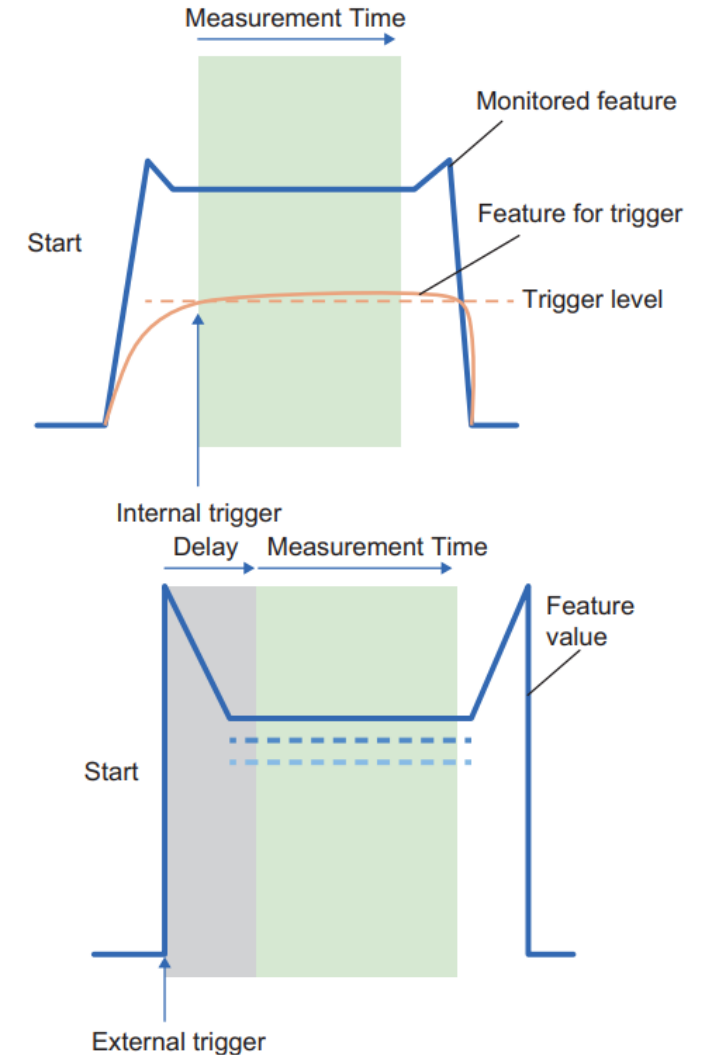
INTERNER UND EXTERNER TRIGGER

Interner Trigger:

Ein vom K7DD gemessener Merkmalswert wird als Trigger verwendet. Dies kann für Geräte verwendet werden, die eine bestimmte Bewegung wiederholen.

Externer Trigger:

Triggersignal wird direkt beim Start des Motors auf das K7DD aufgeschaltet. Auf diese Weise wird das Timing der Messung sichergestellt.



Support Tool | logging_Eng

File Help

Monitoring Device Settings > Machine_A

Communication Setti...

Initial Settings

Trigger Settings

Trigger Settings ⓘ

Trigger Mode ⓘ

Internal ▼

Read Trigger Features

Load Trigger Features File

Trigger Features (Trigger Source) ⓘ

Drive frequency FREQ ▼

max. 128.5
min. 122.9

Other Trigger Features (for confirmation) ⓘ

R.M.S. current value I_{RMS_R} ▼

max. 0.970
min. 0.827

Trigger Classification ⓘ

Rising ▼

Trigger Level ⓘ

110.5

Not Measured (Trigger OFF)

Delayed

Delay Count ⓘ

5

Measured

Measure Count ⓘ

19

Set Default Value

Read

Write

Back

Complete

Abnormal Data Registration (Fehlerdaten definieren)

Methode A:

Wirkliche Messung von Fehlerdaten

Methode B:

Verwendung von Dateien, die von OMRON bereitgestellt werden für typische Fehlerbilder

Methode C:

Verwendung von aufgezeichneten Maximal-/Minimalwerte der einzelnen Merkmalswerte werden als abnormale Daten verwendet

Auswahl geeigneter Merkmalswerte

AUTOMATISCHE AUSWAHL GEEIGNETER MERKMALSWERTE

Support Tool | logging_Eng

File Help

← Features Analysis > ball screw / grease wears

Data Registration

Features Selection

Threshold Calculation

Features Selection ①

▲ Features (Alarm Thresholds can be drawn) (1/173)

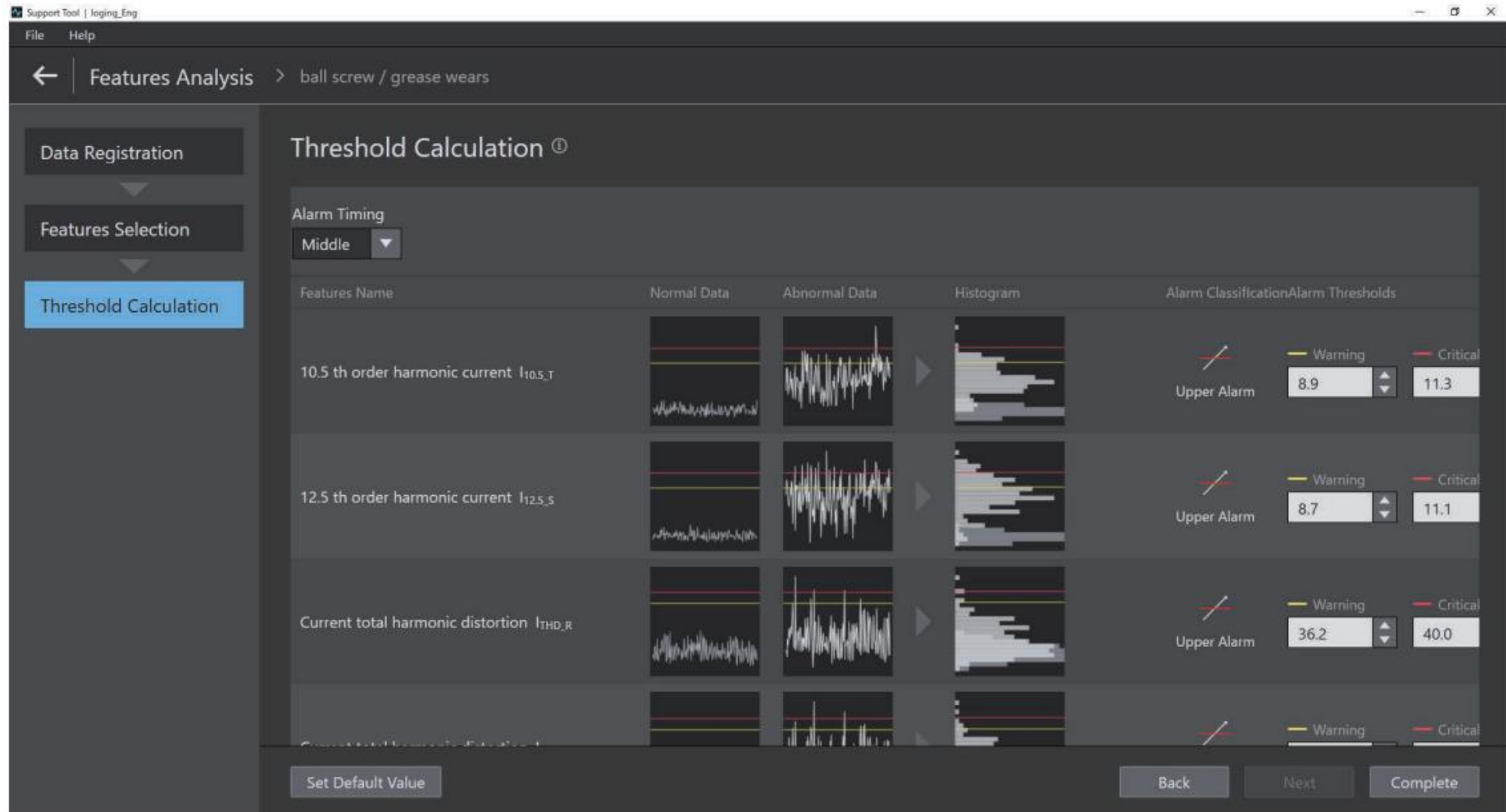
| Score | Features Name | Normal Data | Abnormal Data | Histogram | Alarm Classification |
|--|--|-------------|---------------|-----------|----------------------|
| <input type="checkbox"/> 0.72 | 15 th order harmonic current I _{15_R} | | | | Upper Alarm |
| <input type="checkbox"/> 0.72 | 31 th order harmonic current I _{31_T} | | | | Upper Alarm |
| <input checked="" type="checkbox"/> 0.72 | Current total harmonic distortion I _{THD_R} | | | | Upper Alarm |

▼ Features (Alarm Thresholds can not to be drawn) (239)

Uncheck All

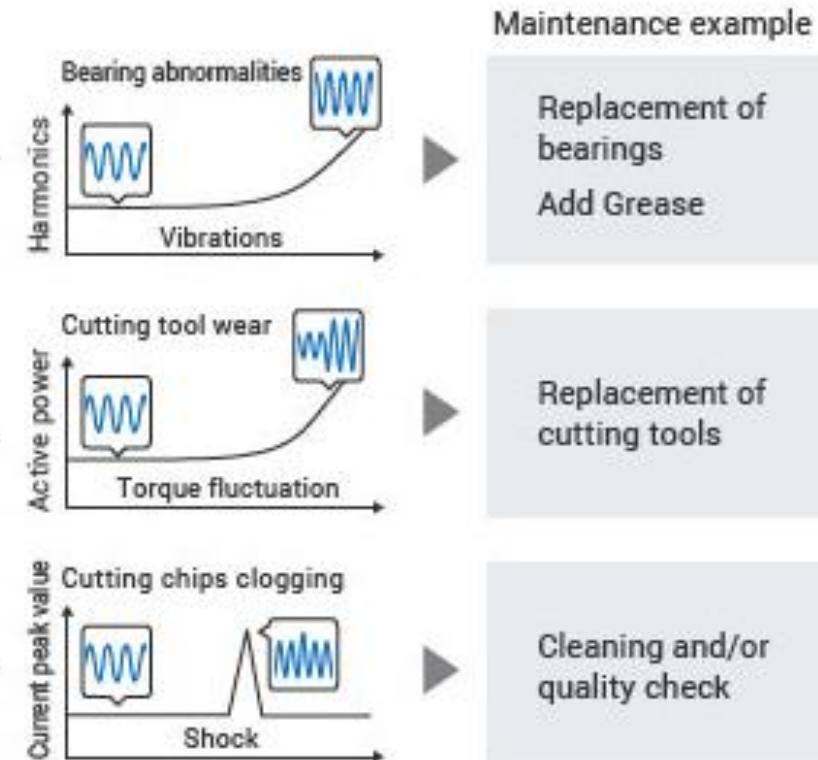
Back Next Complete

Automatische Berechnung der Alarmschwellen














Ein einziges K7DD kann mehrere Fehlerarten erkennen

Eine Vielzahl von Faktoren kann zum Ausfall von Motorgeräten führen. Die Konfiguration des K7DD ermöglicht es, diese Ausfallarten einzeln zu überwachen und dem Wartungspersonal je nach Zustand entsprechende Maßnahmen vorzuschlagen.



Verschiedene Anwendungen

| Components | Various actuators | | | | | | |
|--------------|---|---|---|--|--|---|--|
| | Motor | Load | | | | | |
| | | Rotary shaft | Cutting tools | Ball screw | Belt/chain | Impeller/fan | Roller |
| Failure mode |  |  |  |  |  |  |  |
| |  | |  |  |  |  |  |
| |  | |  | | |  | |
| | Bearing wear | Abnormality of rotary shaft | Cutting tool wear | Grease degradation | Belt looseness | Imbalance | Foreign object clogging |
| | Rotor abnormality | | Cutting tool damage | Foreign object clogging | Chain biting | Instability | Snaking/slipping |
| | Gear wear | | Cutting chips clogging | | | Cavitation fluid fluctuation | |

Wer hilft mir?

Profitieren Sie von
den Vorteilen
eines **globalen
Netzwerks**



GLOBAL

29.000

Mitarbeiterinnen und
Mitarbeiter

in **130**

Ländern und
Regionen

Von uns erhalten Sie die
Unterstützung, die Sie benötigen,
um weltweit zu agieren

EMEA

2.000

Mitarbeiterinnen und
Mitarbeiter

in **28**

Ländern

Kenntnisse lokaler Märkte und
Anforderungen

Wer hilft mir?

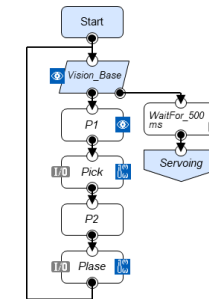
**Standortinspektion/
Sicherheitsinspektion**



Proof of Concept



Support für Program Development



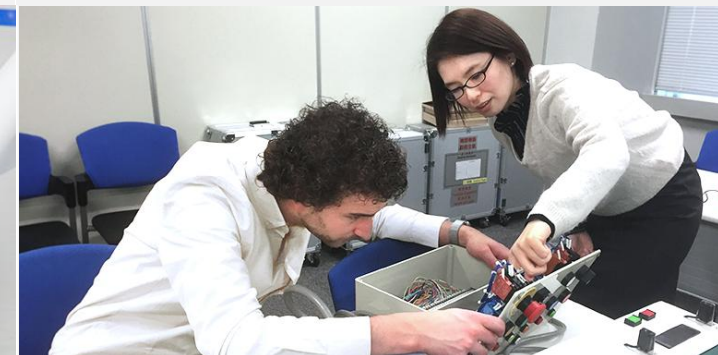
Implementierung/Inbetriebnahme



Betrieb/Wartung



Ausbildung von Fachkräften



Möchten Sie mehr erfahren?!
Besuchen Sie uns!
Stand 1-108

OMRON

