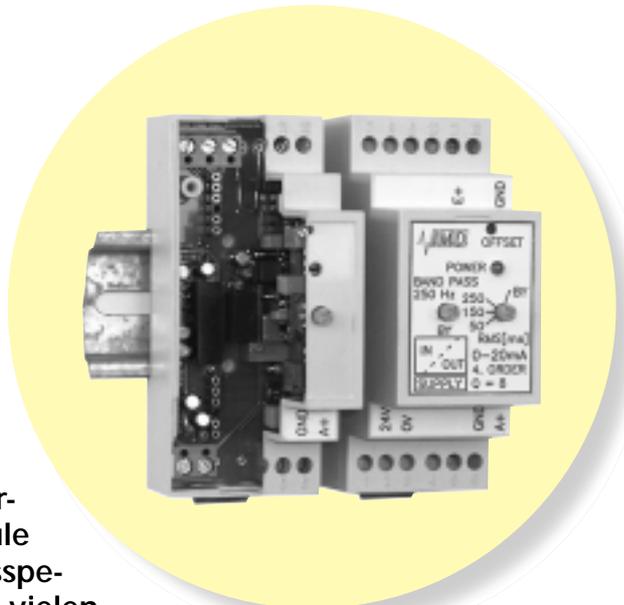


## Filter für analoge Signale

# Make or buy?

Alles digital? Von wegen, vielfach müssen nach wie vor analoge Größen verarbeitet werden. Kenntnisse über die Aufbereitung analoger Signale sind jedoch als Folge der Übermacht digitaler Systeme zunehmend verloren gegangen. IMD hat deshalb Filtermodule entwickelt und passt diese auch applikationsspezifisch an. Der Kauf solcher Module dürfte in vielen Fällen einfacher und vor allem schneller zu Ergebnissen führen als der Aufbau des dazu notwendigen, heute nicht mehr auf breiter Ebene verfügbaren Know-hows.



Die individuell angepassten Filtermodule sind als industrierechte Hutschienenbaugruppen konzipiert

**W**as ist Signalkonditionierung? Signalkonditionierung meint im folgenden die Bearbeitung von Analogsignalen in analogen Baugruppen mit dem Ergebnis eines besseren oder überhaupt erst verwendungsfähigen, neuen Analogsignals. Denn nach wie vor arbeiten die meisten Regelkreise noch immer analog und die digitale Signalverarbeitung beginnt mit der AD-Wandlung eines Analogsignals. Beide Anwendungen stellen gewisse Ansprüche an die Signalqualität. Es handelt sich hierbei um ein komplexen Themenkreis, von dem hier nur ein Ausschnitt zur Sprache kommen kann.

### Reine Signalanpassung erforderlich

Für die Notwendigkeit der Signalkonditionierung kann es zahlreiche Gründe geben. Zum einen besteht die Möglichkeit, dass das Signal zu klein für eine brauchbare Auswertung ist. Der Eingangsbereich der Auswerteeinheit wird nicht ausreichend angesteuert, vielleicht nur 3 bis 5 von 12 Bit. Der Signal-Rausch-Abstand (SNR) ist sehr schlecht. Abhilfe bringt ein passend ausgelegtes Verstärkermodul. Zwei Fliegen mit einer Klappe schlägt man, wenn ein ohnehin erforderliches Modul zur Signalarbeitung (Filter, galvanische Trennung, RMS) eine Eingangsverstärkung erhält.

Das Signal kann aber auch zu groß sein, übersteuern oder die Auswerteeinheit gefährden. Ein Präzisionsteiler verkleinert das Signal. Ab etwa 100 kHz ist ein frequenzkompensierter Teiler sinnvoll. Übersteigt das Eingangssignal den Niederspannungsbereich (Lebensgefahr möglich ab 42 V), so ist meistens ein Teiler mit galvanischer Trennung erforderlich. Eine galvanische Trennung schützt außerdem die nachfolgende Elektronik.

Handlungsbedarf besteht auch, wenn das Signal auf einem gefährlich hohen Potential liegt. Beispielsweise bewegen sich bei Umrichtern Feedback-Signale oberhalb von 380 V. Die gleiche Situation besteht bei der Ansteuerung von MOSFETs und Thyristoren im Kleinsignalbereich, allerdings liegt hier die komplette Schaltung auf über 380 V. Ein Trennverstärker zur galvanischen Trennung erlaubt eine gefahrlose Messung, eine Abschwächung oder Verstärkung des Messsignals kann direkt implementiert werden.

### Ausfiltern von Störungen

Neben solchen Signalanpassungen stellen vor allem gestörte Signale ein Problem dar. Rauschen, Schalthpikes und unerwünschte Frequenzanteile führen zu unbrauchbaren Messwerten. Beispielsweise erreicht die Genauigkeit einer nachfolgenden AD-Wandlung nicht annähernd die Auf-

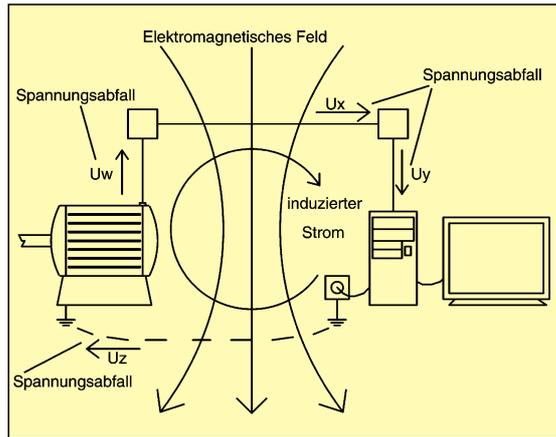
lösung des Wandlers, oder der Nulldurchgang des Signals ist im Rauschen nicht eindeutig zu lokalisieren. Die Ursache der Störungen kann mitunter mysteriös sein.

Eine 'ursächliche' Lösung ist der Einsatz eines Trennverstärkers zum Öffnen von Erdschleifen: Bei Potentialunterschieden zwischen verschiedenen Punkten der Messkette sucht sich der Ausgleichsstrom den Weg des geringsten Widerstandes, wobei das nicht unbedingt im ohmschen Sinne zu verstehen ist. Dies gilt gerade bei höheren Frequenzen nicht. Solche oft wunderlichen Wege können zu Leitungsschleifen führen, die von Schutzleitern, Maschinen und ihren Sockeln, angeschlossenen Sensoren, Computer und Steckdosen gebildet werden. In diese Ringantenne induziert jedes einwirkende elektromagnetische Feld unweigerlich einen Strom, der am ohmschen Widerstand der beteiligten Abschnitte eine Spannung abfallen lässt. Abhängig von Stärke und Frequenz der induktiven Einstrahlung überlagert sich dieser Effekt natürlich dem Messsignal.

Eine andere Lösungsstrategie ist die 'symptomatische Behandlung' mit Filtern: Ein Bandpass lässt gezielt Frequenzen von Interesse durch, eine Bandsperre entfernt bestimmte Frequenzanteile wie z. B. den Netz-

Dipl.-Ing. Karsten Lörk ist Geschäftsführer der IMD GmbH in Kreuztal.

Erdschleifen können bei Potenzialunterschieden zwischen zwei miteinander gekoppelten elektrischen Systemen – z. B. zum Zweck der Messdatenerfassung – zur Induktion von Störspannungen führen; hier hilft nur ein Trennverstärker



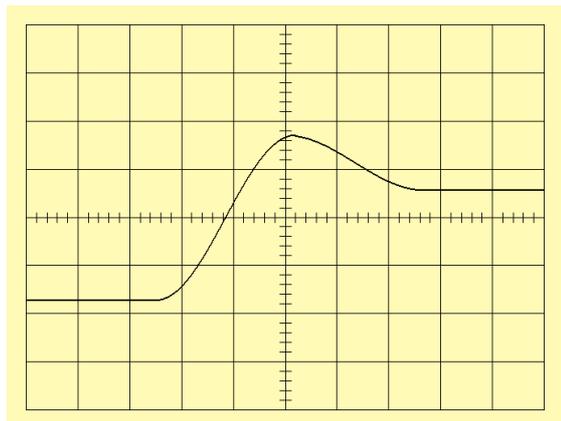
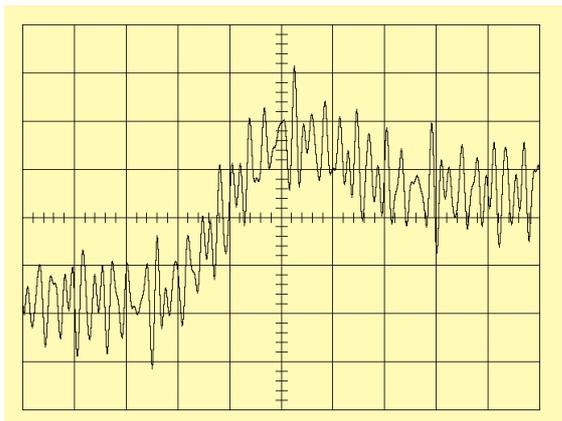
brumm mit 50 Hz. Tief- und Hochpass trennen einen Durchlass- vom Sperrbereich, eine hohe Filterordnung sorgt dabei für eine scharfe Trennwirkung. Beispielsweise ermittelt bei einem rotierenden Lager ein Hochpass verschleißbedingte Oberwellen, ein Tiefpass würde dagegen derartige Alterungseffekte ausblenden. Die Ansteuerung durch Pulsbreitenmodulation beruht darauf, dass die

Last ein Tiefpassverhalten hat. Diese Bedingung ist durch die träge Masse von Motoren, Tauchankern und -spulen erfüllt. Die Speiseimpulse werden in der Praxis zwar verschliffen, enthalten aber immer noch Oberwellen von den ursprünglichen Rechteckimpulsen. Wird die Ansteuerung durch Spannungsmessung überwacht, so steckt die gestellte Leistung in der aufmodulierten Schwingung. Die verbliebenen

Oberwellen sind problematisch, bei einer Messung der Ansteuerung per AD-Wandler werden sie bei zu geringer Abtastrate durch den Aliasing-Effekt den Messwert stark verfälschen.

### Störungen durch Aliasing-Effekt

Wenn das Signal Frequenzanteile oberhalb der halben Abtastrate des AD-Wandlers enthält, führt das zum so genannten Aliasing-Effekt: Die Frequenz wird an der halben Abtastfrequenz gespiegelt – ein Beispiel: Eine Frequenz von 10 Hz unterhalb der halben Abtastfrequenz bleibt von der AD-Wandlung unbeeinflusst, eine Frequenz von 10 Hz oberhalb dieses Wertes erscheint nach der AD-Wandlung als eine Frequenz von 10 Hz unterhalb der halben Abtastfrequenz. Das ist natürlich eine gefährliche Fehlerquelle. Die einzige Lösung stellt ein Tiefpassfilter dar, dessen Eckfrequenz an die Abtastrate angepasst ist. Er dämpft Sig-



Sprungsignal vor Filterung (links), mehrere Nulldurchgänge durch Rauschen und rechts nach der Tiefpassfilterung mit eindeutigem Nulldurchgang

nalanteile oberhalb der halben Abtastfrequenz soweit, dass sie nicht stören.

Eine andere Problematik besteht wenn das Signal keine zur Auswertung geeignete Form aufweist. Manchmal kommt der erfasste Messwert durch den Widerstand eines potentiometrischen Gebers zustande, durch RTDs wie PT100 oder PT1000, durch den Abgriff einer Teil- oder Vollbrücke oder durch einen

nung moduliert und wechsellspannungsmäßig ausgekoppelt.

Was tun, wenn das Signal nicht die benötigte physikalische Größe repräsentiert? Beispielsweise ist eigentlich zur weiteren Verarbeitung der Mittel-, Effektiv- oder Spitzenwert erforderlich, oft auch der gleichgerichtete, integrierte oder differenzierte Wert. Eine Analogschaltung konvertiert das Signal in Echtzeit, der Vorteil: Sie kann nicht abstürzen und muss nicht programmiert werden.

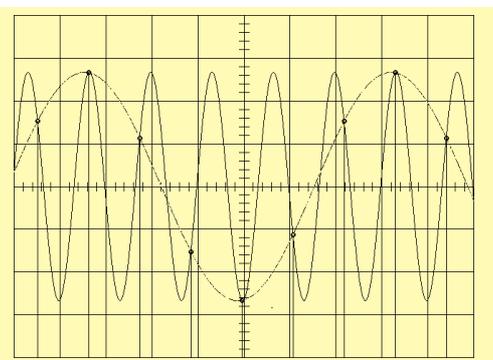
Diese Art von Signalkonditionierung könnte auch ein Rechner nach AD-Wandlung des Signals durchführen. Ein einfacher Regler oder eine SPS ist dazu meistens nicht in der Lage, solche Baugruppen benötigen das analog aufbereitete Signal. Es sei auch darauf hingewiesen, dass das digitale Pendant manch simpler Analogfunktion erhebliche Rechnerpower benötigt.

sorgt werden die Module mit industrieeüblichen 24 V DC, Varianten für KFZ-Bordnetz oder Betrieb an 5 V DC sind ebenfalls verfügbar.

Alle die vorangegangenen Problemstellungen tauchen mit schöner Regelmäßigkeit ausgerechnet in letzter Sekunde bei der Inbetriebnahme von Anlagen und Prüfständen auf. Oder eine kleine Änderung an einer bestehenden Anlage verursacht große Probleme bis hin zum Anlagenstillstand. In dieser Situation bleibt kein zeitlicher Spielraum für ungezielte Experimente, eine schnelle Lösung ist gefragt.

### Kurzfristig Hilfe möglich

Aus diesem Grund hat IMD die Serie TS als schnelle 'Notfallhilfe' entwickelt, quasi eine maßgeschneiderte Signalaufbereitung für die Tragschiene. Die Module sind extrem flexibel in ihrer Auslegung und äußerst einfach in der Handhabung: Anschließen – läuft! Die vorbereiteten Baugruppen werden für jeden Einzelfall individuell fertiggestellt und sind in der Regel innerhalb von zwei Tagen zur Auslieferung vorbereitet.



Aliasing-Effekt: Die schnelle Schwingung wird anhand der Abtastwerte fehlerhaft als langsame Schwingung interpretiert, auch hier hilft nur ein Tiefpassfilter

Strom (oft 0/4-20 mA). Die Signalkonditionierung wandelt den Messwert in eine Spannung, beispielsweise im Industriebereich  $\pm 10$  V. Im weiteren Sinne gehört zur Signalkonditionierung auch die Sensorversorgung mit Brückenspannung oder Konstantstrom. Bei konstantstromgespeisten Brücken entfällt der Einfluss des Zuleitungswiderstandes, bei Schwingungsaufnehmern mit 4 mA-Speisung (bekannt unter ICP, ein Produktname von PCB-Piezotronics) wird die am Sensor abfallende Span-

### Alle Facetten der Signalver- und -bearbeitung

Für die meisten der oben genannten Punkte findet sich im Produktprogramm der Serie TS von IMD eine Lösung. Es umfasst Tief-, Hoch- und Bandpassfilter bis zu 8. Ordnung bei vier einstellbaren Eckfrequenzen, letztere sowie die Charakteristik werden dabei applikationsspezifisch ausgelegt. Dazu gibt's Verstärker, galvanische Trennung, Sensorspeisung, RMS-Wert-Ermittlung, Präzisionsgleichrichter und Summierer. Die Module zum Aufschnappen auf 35 mm-Tragschiene kombinieren teilweise auch zwei oder drei Funktionen, was Platz, Verdrahtungszeit und Geld spart. Der Standard-Signalebereich ist  $\pm 10$  V oder 0-20 mA. Ver-

### KOMPAKT

Die Signalkonditionier-Module sind für die Montage auf 35 mm-Hutschiene ausgelegt. IMD hat die Baugruppen in einem Produktprogramm zusammengefasst, das Auskunft über die verfügbaren Grundfunktionen gibt. Jedes Modul wird dann bei Bestellung applikationsspezifisch angepasst.

Signalkonditionierung Filtermodule

765