

AP8 / AP4 / APE

***isoflex* Module**

Version 3.2, Januar 2013

Inhaltsverzeichnis

1. Grundsätzlicher Aufbau, Konzeption
- 1.1 AP8/AP4 *isoflex*- Eingang
2. Analogeingang
3. Strommessung
4. Digitaleingang
 - 4.1 Digitale Messfunktionen
 - 4.1.1 Pulsfrequenzmessung
 - 4.1.2 Zähhfrequenzmessung (Pulse pro Zeit)
 - 4.1.3 Pulsdauer-Messung
 - 4.1.4 Logikpegel
 - 4.1.5 Zähler
 - 4.1.6 Tastverhältnismessung (PWM)
5. Steckerbelegung und Verkabelung
 - 5.1. Kabellängen und -Querschnitte
 - 5.2 Module mit LEMOSA- Eingangsbuchsen
 - 5.2.1 8-Kanal Versionen
 - 5.2.2 4-Kanal Versionen
 - 5.3. Module mit Amphenol Tuchel Buchsen
 - 5.4 Module mit DSUB-50 Eingangsbuchse
 - 5.5 IN /OUT- Buchsen für CAN und Versorgungsspannung
6. Sensor-Versorgungsspannung
7. Parametrierung
8. Automatischer Nullabgleich
9. Technische Daten in der Zusammenfassung

1. Grundsätzlicher Aufbau, Konzeption

Isoflex- Module liefern ihre Messdaten über den CAN- Bus. Die universell einsetzbaren Geräte verfügen über Analog- und Pulseingänge. Zu den Highlights gehören: Volle galvanische Trennung aller Eingänge, ein 24Bit-ADC pro Eingang, umschaltbare Verstärkung, einstellbare Sensor-Versorgung und eine programmierbare Schaltschwelle bei den Pulseingängen, welche zudem über ein separates Pin der Eingangsbuchse verfügen. Der somit erreichte Grad an Flexibilität ist sehr hoch, entsprechend breit sind die Anwendungsmöglichkeiten.

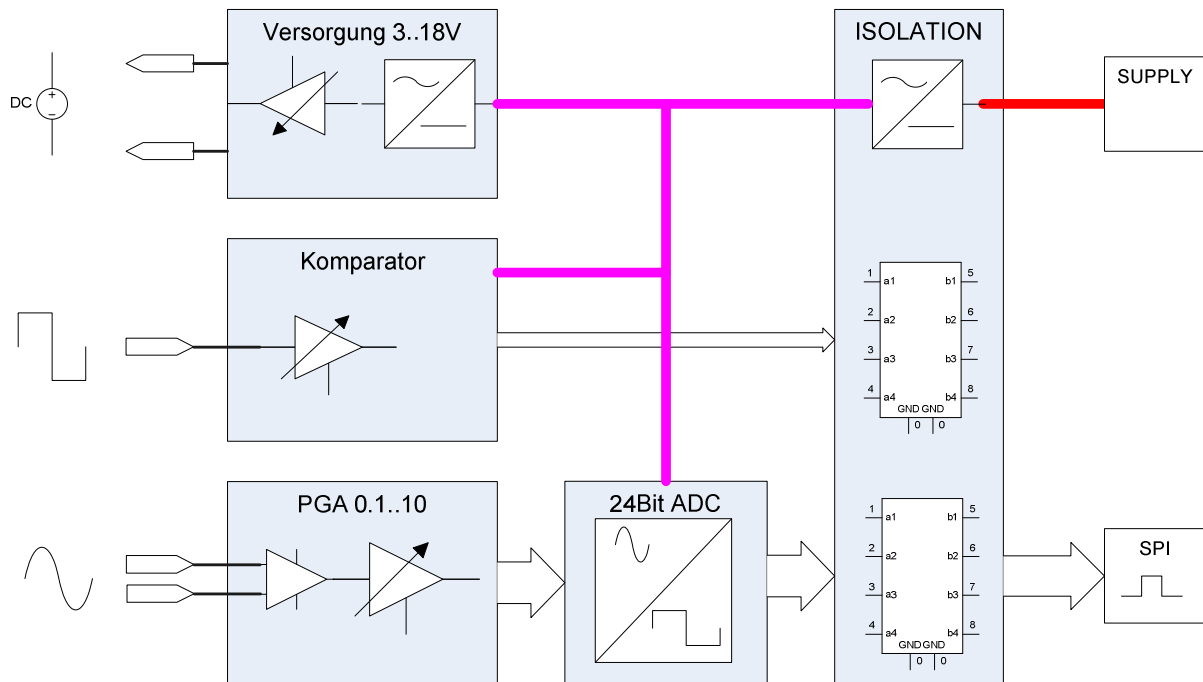
Zum Konzept gehört auch, dass alle Module mit einer Palette wählbarer Eingangsbuchsen geliefert werden können. Sowohl LEMOSA- Buchsen der Bauformen 0B und 1B als auch Versionen mit BNC, Amphenol-Tuchel und DSUB- Buchsen sind verfügbar. Mit wenigen Handgriffen kann die entsprechenden Frontteile gegeneinander austauschbar, da die Anbindung an die eigentliche Elektronik in allen Fällen identisch ausgeführt ist.

Basiseigenschaften des *isoflex*- Moduls:

- Galvanische Trennung aller Eingänge gegeneinander sowie gegenüber der restlichen Elektronik.
- Datenausgabe über eine galvanisch getrennte CAN-Schnittstelle
- Versorgungsspannung 7 bis max. 60V (Standardversion: 40V)
- Je ein 24Bit Analog-Digitalwandler mit integriertem Aliasingfilter und automatischer Kalibrierung pro Analogeingang, Messbereiche von +/- 1V bis +/-100V per Software umschaltbar.
- Alternativ zum Analogeingang verfügt jeder Kanal über einen separaten Pulsmess- Eingang. Zahlreiche Betriebsarten wie Digitaleingang, Frequenz, Pulsdauer, Tastverhältnis (PWM), Zähler usw. sind wählbar.
- Für jeden Eingang steht eine galvanisch getrennte Sensor-Spannungsversorgung zur Verfügung. Der integrierte Regler kann Ausgangsspannungen von 5V, 12V und 15V in der Standardversion erzeugen. Kundenspezifische Anpassungen für Spannungen bis 18V sind möglich.
- CAN-Update rate / Kanal-Abtastrate von maximal 2kHz für 8-Kanal Module und 4kHz für 4-Kanal Versionen. Um auch bei 8-Kanal Modulen die maximale Update rate von 4kHz nutzen zu können, ist für diese Geräte ein Pseudo-Vierkanalmodus möglich. Die oberen vier Kanäle werden in dieser Betriebsart nicht genutzt.

1.1 AP8/AP4 isoflex- Eingang

Die nachfolgende Abbildung zeigt einen Eingang des isoflex Moduls. Alle Eingänge sind identisch aufgebaut.



Auf der linken Seite ist ganz unten der differenzielle Analogeingang mit Verstärkungsumschaltung (PGA) innerhalb des 24Bit Analog- zu Digitalumsetzers dargestellt. Die vom ADC gemessenen Werte werden über eine isolierte SPI-Schnittstelle zum Prozessor übertragen. Neben der Isolationsbarriere für die Daten ist auch eine galvanisch getrennte Versorgung der gesamten Einheit notwendig - Diese ist im Blockschaltbild oben rechts sichtbar. Der Pulsmess- Eingang, symbolisiert mit einem Rechtecksignal, verfügt über eine umschaltbare Triggerschwelle. Das Ausgangssignal des Komparators ist ebenfalls galvanisch isoliert an den zentralen 32Bit Prozessor des Moduls angeschlossen, wobei die Weiterverarbeitung mit einer speziellen Time Processing Unit (TPU) erfolgt. Als verbleibender Schaltungsteil ist die Sensor-Stromversorgung oben links im Bild dargestellt. Es wird sichtbar, dass auch die dort erzeugte Spannung zwischen 5 und 15V (kundenspezifisch 3 bis 18V) in das Konzept der konsequenten galvanischen Trennung einbezogen ist.

2. Analogeingang

Grundsätzlich ist jeder Messbereich aus Sicht der Hardware bipolar. Unipolare Messungen werden lediglich durch das Sperren negativer Werte per Software emuliert.

Der eingesetzt Wandler mit einer Grenzfrequenz von bis zu 8kHz kann mit einer, im Bereich von 10Hz bis 4kHz einstellbaren Abtast-rate betrieben werden. Die Auflösung beträgt bei langsamster Abtastung mehr als 24 Bit und erreicht bei 1kHz noch effektive 17 Bit. Da die Ergebnisausgabe stets mit 16Bit Breite erfolgt, beziehen sich alle darüber hinaus gehenden Werte auf die interne Signalverarbeitung. Für den Benutzer garantiert der Einsatz dieses Wandlerbausteins eine störteste und rauscharme Messung.

Sehr wichtig ist auch das integrierte, steilflankige Aliasingfilter des ADC. Die Grenzfrequenz liegt typisch bei 70% des Wertes für die Abtast-rate. Höhere Frequenzen werden mit einem Faktor >60dB unerdrückt. Aufgrund der hohen internen Auflösung arbeitet die Vorstufe der Signalerfassung mit nur drei umschaltbaren Verstärkungsfaktoren. Dennoch wird eine lückenlose Abdeckung des Messbereiches von 1V bis 100V erreicht. Dabei ist die tatsächliche Untergrenze ohne wesentlichen Qualitätsverlust um den Faktor 10 kleiner, d.h. auch Spannungen von 0,1V können noch mit Genauigkeiten weit besser als 1 Promille erfasst werden.

3. Strommessung

Es gibt einen Strom-Messbereich von +/-50mA. Damit sind die einschlägigen 4 bis 20mA bzw. 0 bis 20mA Stromschnittstellen abgedeckt. Gemessen wird mit einem integrierten Shuntwiderstand von 33 Ohm. Die Aktivierung erfolgt durch Verbinden zweier Pins an der Eingangsbuchse. Damit liegt der Shunt zwischen Plus- und Minuseingang. Höhere Ströme können gemessen werden, wenn ein zusätzlicher, externer Shunt eingebaut wird – denn letztlich basiert jede Strommessung auf einer Spannungsmessung. Der maximale Spannungsabfall am Shunt darf +/-2V nicht überschreiten.

4. Digitaleingang

Neben dem Analogeingang verfügt jeder Kanal auch über einen Digitaleingang für Pulsmessungen. Verschiedene Betriebsarten sind dabei über die ModuleCommander-Software wählbar. Insbesondere werden Frequenz-, Tastverhältnis- und Pulsdauermessung unterstützt. Die interne Zeitauflösung beträgt in allen Fällen 200ns. Es handelt sich auch hier um Kanalweise galvanisch getrennte Eingänge.

Die Schaltschwelle ist per Software auf vier vordefinierte Werte umschaltbar: Der niedrigste Wert von ca. 2,5V erlaubt den direkten Anschluss aller gängigen 5V-Digitalsensoren. Weitere vordefinierte Schaltschwellen von 5V, 10V und 12V erlauben die Anpassung an das Messsignal in den meisten Fällen ohne weitere Maßnahmen. Andere, kundenspezifische Schaltschwellen-Anpassungen sind auf Anfrage möglich. Für die Ausschaltspannung gilt in allen Fällen:

$$U_{aus} = 0,75 * U_{ein}.$$

Eine Hysteresese in dieser Größenordnung bildet die Voraussetzung für eine robuste, störteste Erfassung digitaler Signale unter Fahrzeugbedingungen.

4.1 Digitale Messfunktionen

Nachfolgend werden alle Funktionen in Verbindung mit den Digitaleingängen des Moduls kurz beschrieben. Alle Kanäle sind identisch aufgebaut und erlauben Messungen bis etwa 50kHz. Dabei ist dies keine harte Obergrenze in Bezug auf die eigentliche Funktionalität, vielmehr beruht die hier getroffene Definition auf der erreichbaren Messgenauigkeit, welche Prinzip- bedingt mit steigender Frequenz sinkt (ausgenommen Zählfrequenzmessung bzw. Messung von Pulsen/s).

Bei allen Genauigkeitsbetrachtungen ist die interne Auflösung von 200ns/tick zu berücksichtigen. Da die Zahl der Ticks pro Periode mit steigender Frequenz abnimmt, ist bei sehr hohen Frequenzen eine verringerte Genauigkeit die Folge. Als Richtwert gilt eine Toleranz von +/- 1 Promille bei 5kHz. Bei 50kHz sinkt die Genauigkeit hingegen auf +/- 1 Prozent. Für präzise Messungen bei sehr hohen Frequenzen kann auf ein spezielles Digitalmodul zurückgegriffen werden.

4.1.1 Pulsfrequenzmessung

Das Messprinzip: Es wird die Periode eines digitalen Pulses gemessen und die Frequenz nach der Beziehung $f = k/T$ berechnet. Dabei ist T die Periode und k ein Umrechnungsfaktor. Vorteil dieses Verfahrens ist seine hohe Dynamik: Pro einlaufendem Puls wird ein neuer Ergebniswert gebildet. Die hinterlegte Software für diese Funktion arbeitet mit einem

ständigen Vergleich aufeinander folgender Messwerte. Sind die gemessenen Perioden unplausibel, so wird das Ergebnis verworfen. Auf diese Weise wird eine effiziente Störunterdrückung realisiert. Als unplausibel gilt, wenn sich die Dauer zweier aufeinander folgender Perioden um mehr als 100% unterscheidet.

Messbereiche: 4, Messbereichsgrenzen: 0.7Hz bis 50kHz

4.1.2 Zählfrequenzmessung (Pulse pro Zeit)

Auch mit dem Zählfrequenzverfahren lassen sich Frequenzen messen. Dazu werden die einlaufenden Pulse über ein definiertes Zeitintervall hinweg gezählt. Die so genannte Torzeit beträgt 1s, 1/2s, 1/4s oder 1/8s. Das Verfahren ist sehr störfest, da es integrierend arbeitet. Andererseits sind der Dynamik Grenzen gesetzt - sie entspricht der jeweiligen Torzeit, d.h. Ergebnisse entstehen (im Gegensatz zu 4.1.1) exakt im Abstand dieses Intervalls. Besonders gut geeignet ist das Verfahren für mittlere und hohe Frequenzen bei nicht zu großen Dynamikanforderungen.

Messbereiche: 4, Messbereichsgrenzen: 0Hz bis 50kHz

4.1.3 Pulsdauer-Messung

Ergebnis dieser Messfunktion ist die Dauer eines Pulses, wobei zwischen High- und Low- aktiven Pulsen unterschieden wird, d.h. je nach Messbereich erfolgt entweder die Vermessung der High- oder Low- Dauer des Eingangssignals. Das Ergebnis entsteht stets an der Rückflanke des Messimpulses.

Je nach Messbereich beträgt die interne Auflösung 1us, 5us, 10us oder 50us. Meist liegen die Messimpulse (z.B. Einspritzung) im Bereich von wenigen Millisekunden und es kann die maximale Auflösung genutzt werden.

Messbereiche: 8, Messbereichsgrenzen: 10us bis 3s

4.1.4 Logikpegel

Es handelt sich hier um einen einfachen Digitaleingang. Das Ergebnis ist entweder 1 oder 0. Unterstützt wird positive und negative Logik. Der Ergebniswert 1 ist also entweder mit High-Level (positive Logik) oder Low-Level (negative Logik) verknüpft.

Messbereiche: 2, Messbereichsgrenzen: 0,1

4.1.5 Zähler

Die hier implementierten Zähler können maximal 32767 Pulse erfassen, welche am Ausgang eines variablen Vorteilers abgegriffen werden. Dieser Vorteiler (Prescaler) ist zwischen 1 und 500 in Stufen einstellbar, so dass die tatsächliche Anzahl von Pulsen am Eingangspin des jeweiligen Kanals um den entsprechenden Faktor höher sein kann.

In der Standardausführung des Moduls sind die Zählerstände flüchtig, d.h. nach einem Power-Cycle sind alle Zähler Null.

Eine Rückstellung der Zähler kann auch per CAN-Kommando erfolgen.

Der Aufbau der entsprechenden Botschaft ist simpel: Byte 0 muss auf 0xCC (**C**lear **C**ounter command) gesetzt werden, in Byte 1 ist jeweils ein Bit einem Kanal zugeordnet (Bit0...Bit7 für Kanal1...Kanal8).

Ein gesetztes Bit schaltet das Kommando für den zugeordneten Kanal frei. Auf diese Weise ist es möglich, Kanäle selektiv zurück zu setzen während Andere unbeeinflusst bleiben. Eine gleichzeitige Rückstellung aller Zähler wird erreicht, wenn Byte 1 auf 0xFF gesetzt wird.

Hinweis: Das Kommando sollte nur für Kanäle aktiviert werden, welche auch tatsächlich im Zählermodus arbeiten.

In diesem Zusammenhang ist es wichtig, den Identifier der Kommando-Botschaft für jedes Modul festzulegen. Dies geschieht ebenfalls über eine entsprechende Vorgabe in ModuleCommander (CAN-Einstellungen).

Meist ist es sinnvoll, verschiedenen Modulen auch unterschiedliche Kommando-Botschaften zuzuordnen. Der Identifier kann vollkommen frei eingestellt werden. Es sind sowohl Standard- (11bit) als auch Extended- (29bit) Identifier möglich. Es gibt eine einzige Ausnahme, nämlich ID=0x0. In diesem Falle wird die gesamte, hier beschriebene Funktionalität abgeschaltet.

4.1.6 Tastverhältnis-Messung (PWM)

Mit dieser Funktion kann das Tastverhältnis einer Pulsfolge gemessen werden. Sowohl positive als auch negative Logik werden unterstützt, es wird also entweder die High- oder die Low- Phase des Pulses ins Verhältnis zur Periodendauer gesetzt. Das Ergebnis ist ein Wert in Prozent, die Auflösung beträgt 12Bit

Messbereiche: 2, Messbereichsgrenzen: 0%, 100%

Die untere Grenzfrequenz für Tastverhältnismessungen beträgt 100Hz die Obere 40kHz. Die Umschaltung der Betriebsart für positive und negative Logik erlaubt die Anpassung an die grundsätzlichen Gegebenheiten der Messaufgabe. Bei schnellen dynamischen Änderungen des Tastverhältnisses ist das Ergebnis nur korrekt, wenn die Betriebsart richtig gewählt ist. Für einen positiven Impuls mit low-high Vorderflanke und high-low Rückflanke muss die Betriebsart „high-phase“ gewählt

werden, entsprechend gilt für einen Puls in negativer Logik die verbleibende Betriebsart „low-phase“.

Die Tastverhältniswerte 0% und 100% sind in ihrer Bedeutung ebenfalls auf den Betriebsfall angepasst: In Positiver Logik führt ein kontinuierlicher high-Pegel des Eingangssignals zur Anzeige 100%, in negativer Logik wird in diesem Falle 0% angezeigt. Das Tastverhältnis wird in allen Fällen über die Vorschrift

$$\text{Duty} = (t_{\text{puls}} / t_{\text{period}}) * 100 \%$$

berechnet. Die Sonderfälle 0 und 100% werden von der Funktion ebenfalls richtig behandelt. Bei fehlenden Pulsen wird der logische Zustand des Eingangssignals für die Ergebnisausgabe (0% bzw. 100%) genutzt.

5. Steckerbelegung und Verkabelung

5.1. Kabellängen und -Querschnitte

Der Anschluss von AP8- Modulen an Betriebsspannung und CAN- Bus erfolgt grundsätzlich über 7-polige LEMOSA- Buchsen der Bauform 0B. Hinsichtlich der CAN-Signale sind maximale Leitungslängen einzuhalten, Diese bewegen sich jedoch im Bereich von $\leq 100\text{m}$ bei 500kBit Übertragungsrate. Ein Wert, der in der Praxis nur sehr selten erreicht wird. Wenn dies dennoch der Fall sein sollte, so ist eine Reduzierung der Übertragungsrate möglich. Eventuelle Reduzierungen von Abtastraten infolge verdoppelter Buslast müssen aber in die Betrachtung einfließen. Deutlich kritischer sieht es aus, falls für Stromversorgung und Signal- leitungen ein gemeinsames Kabel verwendet wird. Zu beachten sind hier der Spannungsabfall auf der Leitung sowie die Strombelastbarkeit der Buchsen - sie sollte in keinem Fall Werte von 3A überschreiten. Für Eingabemodule ist dies in aller Regel sehr leicht einzuhalten, bei Ausgabemodulen (DIGOUT) gilt dies jedoch nicht. In solchen Fällen sollte die Stromversorgung grundsätzlich sternförmig erfolgen, also jedem Modul einzeln zugeführt werden, damit sich Ströme nicht addieren. Da dem Drahtquerschnitt von Modul-Verbindungskabeln durch die LEMOSA Buchsen Obergrenzen gesetzt sind, soll eine Leitungslänge von 1m im Falle der Direktverbindung von der Spannungsquelle zum ersten Modul nicht überschritten werden. Gleiches gilt für Verbindungskabel zwischen einzelnen Modulen. Alle Restriktionen in Bezug auf Kabellängen können aber leicht umgangen werden, indem Kabel mit deutlich höheren Querschnitten zum Einsatz gelangen und die notwendige Verkleinerung des Kabeldurchmessers nur an den jeweiligen Kabelenden umgesetzt wird. Alternativ sind Adapter verfügbar, welche eine separate Einspeisung für jedes Modul gestatten, also nur noch der CAN-Bus durchgeschleift wird.

5.2 Module mit LEMOSA- Eingangsbuchsen

Als Eingangsbuchsen für die Messwerterfassung werden hier 6-polige LEMOSA- Buchsen der Bauformen 0B und 1B in Standard- sowie optional in IP67-Version verwendet. Die Pinbelegung ist in allen Fällen identisch, sofern es sich nicht um kundenspezifische Versionen handelt.

Pinbelegung Lemosa Eingangsbuchsen

Nr.	Signal	
1 (links oben)	IN+	Analogeingang +
2	IN -	Analogeingang -
3	Shunt	aktiv wenn Brücke zu Pin2, 0...50mA
4	VS+	Sensor Versorgungsspannung
5	IGND	Signalmasse für diesen Eingang , Bezugspotenzial für Pulseingang und Sensorversorgung
6 (rechts oben)	Puls	Pulseingang gegen IGND

5.1.1 Anschluss von Sensoren an der LEMOSA- Buchse

a) Analoge Sensoren (Spannungsmessung) in Fünfleitertechnik *)

Sensor-Signal	Signal	Pin
Signalausgang	IN+	1
0V	IN-	2
Versorgung -15V		3 *)
Versorgung +15V	VS+	4
0V	GND	5
Versorgung - 15V	VS-	6 *)

*) Optional:

Module mit dualer Versorgungsspannung sind nur in 4-Kanal Version verfügbar, kundenspezifisch kann die negative Spannung über Pin 6 oder Pin 3 bereitgestellt werden. Entweder Puls- oder Strommessung stehen in dieser Option dann nicht mehr zur Verfügung.

b) Analoge Sensoren (Spannungsmessung) in Vierleitertechnik

Sensordefinition	Signal	Pin
Signalausgang+	IN+	1
Signalausgang-	IN-	2
Versorgung+	VS	4
GND	GND	5

c) Analoge Sensoren (Spannungsmessung) in Dreileitertechnik

Sensordefinition	Signal	Pin
Signalausgang	IN+	1
Versorgung-	IN-	2
Versorgung+	VS	4
GND	GND	5

d) Digitales Signal ohne Versorgung

Sensordefinition	Signal	Pin
Signalausgang	PULS	6
GND	GND	5

e) Digitaler Sensor mit Versorgung

Sensordefinition	Signal	Pin
Signalausgang	PULS	6
GND	GND	5
Versorgung+	VS	4

5.2.1 8-Kanal Versionen (AP8, APE)

Es sind 8 gleichartige Eingänge vorhanden, Belegung siehe oben.

5.2.2 4-Kanal Versionen (AP4, APE)

Bis auf die veränderte Zahl von Eingängen sind die Module baugleich mit den 8-Kanal Versionen. Amphenol-Tuchel Buchsen sind nur für 4-Kanal Modelle lieferbar.

5.3 Module mit 6-poligen Amphenol Tuchel Buchsen

Aufgrund ihrer mechanischen Abmessungen sind grundsätzlich nur 4-kanalige Module in dieser Buchsenversion verfügbar. Die Pinbelegung entspricht in ihrer physikalischen Anordnung weitestgehend den Lemosa-Versionen, lediglich die vom Hersteller genormte Zählweise der Pins ist unterschiedlich. Damit ergeben sich folgende Zuordnungen:

Pinbelegung Amphenol-Buchse

Pin-Nr.	Signal	
5 (links oben)	IN+	Analogeingang +
4	IN -	Analogeingang -
3	Shunt	aktiv wenn Brücke zu Pin2, 0...50mA Messbereich
2	VS+	Sensor Versorgungsspannung
1 (rechts oben)	IGND	Signalmasse für diesen Eingang , Bezugspotenzial für Pulseingang und Sensorversorgung
6 (mitte)	Puls	Pulseingang gegen IGND

5.4. Module mit DSUB-50 Eingangsbuchse

Als kostengünstige und in bestimmten Anwendungen auch sinnvolle Alternative sind die Module mit einer DSUB-50 Zentralbuchse lieferbar. Dies schließt auch wasserdichte Versionen ein.

Module mit Zentralanschluss führen die Bezeichnung APE (= Economy).

Das Einsparpotenzial liegt hierbei einesteils in den verringerten Modulkosten, andererseits aber auch in der Einsparung teurer Stecker auf der Anwenderseite. Nicht selten wird die DSUB- Variante auch unter dem Gesichtspunkt gewählt, dass die Verkabelung ohne Spezialwerkzeuge erfolgen kann und dazu keine besonderen Fertigkeiten

erforderlich sind. Die gewählte Buchse verfügt über drei Pinreihen, wobei die mittlere Reihe für Versorgungspins reserviert ist und daher nicht immer genutzt werden muss. Nachfolgend die Pinbelegung:

Pin-Nr.	Signal	Kommentar
1	IN1+	
2	IM1	s. note1
3	IN1-	
4	Puls1	
5	IN2+	
6	IM2	s. note1
7	IM2-	
8	Puls2	
9	IN3+	
10	IM3	s. note1
11	IN3-	
12	Puls3	
13	IN4+	
14	IM4	s. note1
15	IN4-	
16	Puls4	
17	reserviert	
18	VS1+	Sensorversorgung 1
19	GND1	Masse 1
20	VS5+	Sensorversorgung 5
21	GND5	Masse 5
22	VS2+	Sensorversorgung 2
23	GND2	Masse 2
24	VS6+	Sensorversorgung 6
25	GND6	Masse 6
26	VS3+	Sensorversorgung 3
27	GND3	Masse 3
28	VS7+	Sensorversorgung 7
29	GND7	Masse 7
30	VS4+	Sensorversorgung 4
31	GND4	Masse 4
32	VS8+	Sensorversorgung 8
33	GND8	Masse 8
34	IN5+	
35	IM5	s. note1
36	IN5-	
37	Puls5	
38	IN6+	
39	IM6	s. note1
40	IM6-	
41	Puls6	

42	IN7+	
43	IM7	s. note1
44	IN7-	
45	Puls7	
46	IN8+	
47	IM8	s. note1
48	IN8-	
49	Puls8	
50	reserviert	

note1: Bei Strommessungen bis 50mA muss dieser Pin mit dem zugehörigen IN- Eingang verbunden werden. Der zu messende Strom wird über die Eingänge IN+ und IN- geführt

Hinweis: Bei Nutzung des Pulseingangs ist das Bezugspotenzial stets die zugehörige Masse des betreffenden Eingangs (GNDn). Die Eingänge INn+ und INn- werden in dieser Betriebsart nicht verwendet.

Wie bei allen Modellen sind auch hier alle Eingänge gegeneinander sowie gegenüber der digitalen Elektronik galvanisch isoliert.

Anschluss von Sensoren an die 50-polige DSUB-Buchse

Alle nachfolgenden Beispiele gelten für Kanal 1. Für alle anderen Kanäle gilt die Belegung sinngemäß.

a) Analoge Sensoren (Spannungsmessung) in Fünfleitertechnik

Sensordefinition	Signal	Pin
Signalausgang	IN1+	1
0V	IN1-	3
Versorgung+	VS1+	18
0V	GND1	19
Versorgung-	VS1-	t.b.d. *)

*Hinweis *):*

Derzeit sind Module mit dualer Versorgungsspannung nur in 4-Kanal Version verfügbar, für die Pin-Definition der negativen Versorgungsspannung sind kundenspezifische Varianten möglich. Insbesondere die alternative Nutzung entweder des Puls- oder Strommess- Eingangs ist dafür vorgesehen.

b) Analoge Sensoren (Spannungsmessung) in Vierleitertechnik

Sensordefinition	Signal	Pin
Ausgangssignal+	IN1+	1
Ausgangssignal-	IN1-	3
Versorgung	VS1+	18
Masse	GND1	19

c) Analoge Sensoren (Spannungsmessung) in Dreileitertechnik

Sensordefinition	Signal	Pin
Ausgangssignal	IN1+	1
GND	IN1-	3
Versorgung	VS1+	18
GND	GND1	19

d) Digitales Signal ohne Versorgung

Sensordefinition	Signal	Pin
Ausgangssignal	Puls1	4
GND	GND1	19

e) Digitaler Sensor mit Versorgung

Sensordefinition	Signal	Pin
Ausgangssignal	Puls1	4
Versorgung	VS1+	18
Masse	GND1	19

5.5 IN/OUT- Buchsen für CAN und Versorgungsspannung

Die beiden Buchsen IN und OUT sind für die Spannungsversorgung des Moduls sowie für den CAN-Bus vorgesehen. Weiterhin sind an diesen Buchsen Sondersignale vorhanden. Es handelt sich bei allen Modellen um LEMOSA- Buchsen der Bauform 0B, 7-polig.

Pinbelegung:

Nr.	IN- Buchse	OUT- Buchse
1	CAN_low	CAN_low
2	ZERO_SET	ZERO_SET
3	Masse	Masse
4	V_IN	V_IN
5	n/a	n/a
6	CAN_high	CAN_high
7	n/c	CONFIG

Der ZERO_SET- Eingang dient dem automatischen Nullabgleich von Analogkanälen. Zur Auslösung des Abgleichvorganges muss dieses Pin für mindestens 10ms auf Masse gezogen werden, s. Punkt 8 für weitere Details dieser Funktion.

Eine Besonderheit ist hinsichtlich Pin7 (CONFIG) bei der OUT- Buchse zu beachten: Durch eine Brücke gegen Masse (ausgeführt im Inbetriebnahmekabel) wird das Modul in den System-Konfigurationsmodus geschaltet. Damit ist eine Parametrierung wichtiger Systemparameter auch bei überschriebenen oder unvollständigen Einstellungen möglich. Der CONFIG- Modus wird eingeschaltet, wenn das Kabel auf der OUT- Buchse steckt. Die Status LED des Moduls zeigt diesen Zustand durch sehr

schnelles Blinken an. Im Normalbetrieb wird das Kabel stets über die IN-Buchse mit dem Modul verbunden. Um CONFIG Modus nutzen zu können, muss in der zugehörigen ModuleCommander-Software ebenfalls die CONFIG- Option aktiviert sein.

6. Sensor- Versorgungsspannung

Jeder Eingang verfügt über eine galvanisch getrennte Sensorversorgung. Die Spannung ist per Software in der Standardversion auf 5V, 12V und 15V schaltbar. Kundenspezifisch können auch andere Werte zwischen 4V und 18V ausgegeben werden. Die Einstellung erfolgt über interne, programmierbare Spannungsteiler sowie ein zusätzliches Digitalpotenziometer für den Feinabgleich oder die Einstellung von Zwischenwerten. Der Spannungsausgang ist kurzschlussfest und für maximal 40mA Belastung ausgelegt. Wird der entsprechende Kanal im *ModuleCommander* angewählt, so erscheinen die Spannungseinträge in der entsprechenden Auswahlbox – dies gilt auch für kundenspezifisch abweichende Sensor-Versorgungsspannungen.

7. Parametrierung

Alle Einstellungen des Moduls werden in dessen nichtflüchtigem Speicher gehalten und im Bedarfsfalle zum PC (*ModuleCommander*) hochgeladen. Es ist also kein ini-File o.ä. notwendig, um die Eigenschaften des Moduls bzw. seine aktuellen Einstellungen zu definieren. Alle aktuellen Parameter werden aus dem Modul hochgeladen, gegebenenfalls verändert und wieder dorthin zurück geschrieben. Konkrete Einstellmöglichkeiten sind in der *ModuleCommander*- Dokumentation beschrieben. Die Bedienung ist weitestgehend intuitiv. Folgende Parameter sind für den alltäglichen Betrieb des Moduls besonders wichtig:

- a) CAN-Parameter: Baudrate, Identifiertyp
- b) CAN-Refreshrate: Entweder manuell oder automatisch eingestellt zwischen 2Hz und 4kHz
Hier ist zu beachten, dass speziell hohe Refreshraten >1kHz realistisch nur noch in Verbindung mit 1MBaud Bitrate genutzt werden können. Nur so kann die Buslast noch in sinnvollen Grenzen gehalten werden.
Wenn möglich und eingestellt, wird die bei der Berechnung der CAN-Refreshrate ein Faktor 2 gegenüber der schnellsten Kanal-Abtastrate verwendet um dem Abtast-Theorem gerecht zu

werden. Für 4kHz Abtastraten wird hingegen ein Multiplikator von Eins genutzt, um die Datenmenge überhaupt auf dem CAN-Bus übertragen zu können.

- c) Kanal-Abtastrate: Jeder Kanal verfügt über eine eigene Einstellung für die Abtastrate. Dabei wird die effektive Auflösung mit sinkender Abtastrate immer besser. Sie beträgt bei 1kHz noch mehr als 16Bit und steigt bei 10Hz auf 24Bit an. Die tatsächliche Auflösung des Ergebniswertes ist durch das Datenformat auf 16Bit begrenzt, die Signalvorverarbeitung arbeitet jedoch mit der tatsächlichen, effektiven Auflösung.
- d) Betriebsart: Pro Kanal kann der Spannungsbereich, die Strommessung oder die Betriebsart des Digitaleingangs ausgewählt werden.
- e) Sensorspeisung: Entsprechend Sensortyp auf 5V, 12V oder 15V einstellen
- f) Schaltschwelle: Auf Sensortyp bzw. Messstelle anpassen: niedrigste Schwelle für TTL-Signale, für Messungen an Aktuatoren ist meist ein höherer Wert, z.B. 5V sinnvoll, da diese oft über Lowside-Treiber geschaltet werden, deren Sättigungsspannung durchaus bei ein bis zwei Volt liegen kann. Weiterhin ist in diesen Fällen mit Spikes im Schaltmoment zu rechnen, deren Auswirkung durch die höhere Schaltschwelle ebenfalls eliminiert werden kann.

8. Automatischer Nullabgleich

Diese Funktion erlaubt den automatischen Nullabgleich in Bezug auf den physikalischen Nullpunkt des Messsignals. Unterstützt werden alle Analogeingänge der AP8- und AP4- Module sowie Positions- bzw. Drehzahl- oder Streckenwerte beim AP4qe-Modul (Quadraturencoder-Eingänge). Durch einen Low-Impuls am ZERO_SET Eingang für die Dauer $\geq 10\text{ms}$ wird das Abgleichkommando ausgelöst. Alternativ ist das auch vom PC aus möglich. In der ModuleCommander- Software kann vorher jeder Kanal einzeln für automatischen Nullabgleich freigegeben oder gesperrt werden. Der zentrale Button für das Abgleichkommando befindet sich im Hauptfenster von ModuleCommander unterhalb der Kanalauswahl. Wichtig ist folgender Sachverhalt:

Der Nullabgleich ist nicht bezogen auf Offsetfehler der Analogeingänge, sondern es handelt sich hier vielmehr um einen funktionalen Abgleich, d.h. der aktuell gemessene Wert des Signals (z.B. aktuelles Ausgangssignal eines Radwegsensors) wird durch den Abgleichvorgang als „Nullstellung“ definiert. Nach dem Abgleich ist der ausgegebene Messwert (nach Umrechnung in die physikalische Ausgabe) Null. Das oben angeführte Beispiel des Radwegsensors ist zum Verständnis der Funktion besonders geeignet: Ein Fahrzeug steht auf seinen vier Rädern – dennoch werden die Ausgangssignale aller vier Sensoren unterschiedliche Werte aufweisen. Das liegt einmal an möglichen Unebenheiten in der Aufstellfläche - diese wären allerdings grundsätzlich vermeidbar. Der wesentliche Fehleranteil resultiert jedoch aus Einbautoleranzen der Sensoren sowie deren Toleranzen selbst.

Für diese Messaufgabe ist der automatische Nullabgleich eine typische Anforderung. Es gibt eine ganze Reihe weiterer Messaufgaben, bei denen die beschriebene Funktion sinnvoll anwendbar ist.

Hinweis: Der automatische Nullabgleich addiert letztlich einen Offset zum aktuellen Messwert. Diese Kompensation funktioniert aber grundsätzlich nur, solange sich die Summe aus Rohsignal und Abgleich-Offset innerhalb des 16Bit-Messbereiches bewegt. Je nach Vorzeichen der Abweichung wird der nutzbare Bereich demnach am jeweiligen oberen oder unteren Ende um den Betrag dieser Abweichung verkleinert.

9. Zusammenfassung technischer Daten

Versorgungsspannung	7 bis 60V	(Standardversion: 7 bis 40V)
Stromaufnahme	600mA	typisch
Schutzgrad	Standard:	IP40
	Erweitert:	IP67
Temperaturbereich	Standard:	-25 bis +85°C
	Erweitert:	-40 bis +105°C (auf Anfrage)

Messkanäle 4 oder 8 je nach Modellversion

Analogeingang

Wandlertyp: 24Bit

Messbereich
+/- 100V
+/- 10V
+/- 1V
+/- 50mA

Eingangswiderstand 1M Ω (Eingang+ gegen Eingang-)
Isolationsspannung 500V

Pulseingang

Schaltswelle: U_{ein}: 2,5V / 5V / 10V/ 12V per Software
schaltbar, U_{aus} = 0,7U_{ein}
Toleranz U_{ein}: +/-10% max.

max. Eingangsspannung: 50V
interne Auflösung: 200ns
Eingangswiderstand: >=20k Ω , 1M Ω bei Schaltswelle 2,5V
Isolationsspannung: 500V
Betriebsarten: Pulse/s, Frequenz, Pulsdauer, Tastverhältnis
Zähler, Digitaleingang

Sensorversorgung

5V / 12V / 15V umschaltbar.
40mA maximaler Dauerstrom je Kanal,
jedoch <=200mA für alle Kanäle zusammen.
Strombegrenzung 55mA +/- 3%
Kundenspezifische Spannungen zwischen 3V
und 18V auf Anfrage möglich

Eingangsbuchsen

LEMO 0B, LEMO1B, SUBD-50, BNC,
Amphenol-Tuchel

CAN /Versorgung

LEMO 0B 7-polig