

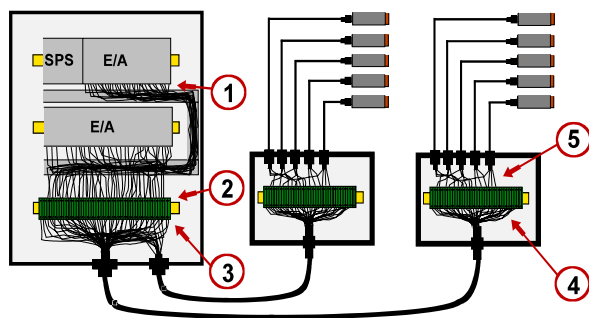
Das Aktor-Sensor Interface



Übersicht über das Aktor-Sensor Interface

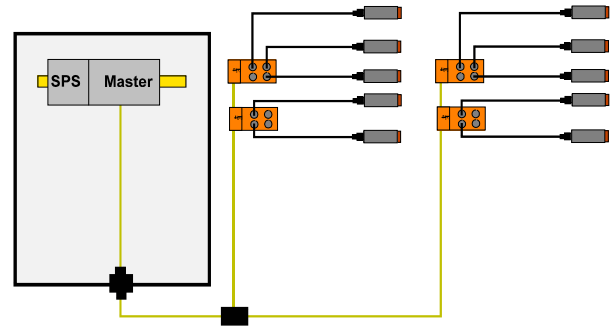
Schon längere Zeit gibt es verschiedenste Bussysteme, die sich im industriellen Umfeld bestens bewährt haben und ohne die eine moderne Automatisierungstechnik kaum mehr denkbar wäre. Je komplexer die Anlagen werden, um so mehr Datenpunkte (Sensoren, Aktoren, Regler, ...) sind zu verarbeiten. Bisher wurden diese Elemente meist über Stopfbuchsen, Rangierklemmen und Ein- Ausgabekarten zur Steuerung verdrahtet. Selbst mit aktuellen Bussystemen ist die Parallelverdrahtung vom Einzelelement zur dezentralen Erfassungseinheit nötig.

Das AS-Interface hat sich darauf spezialisiert, diesen nach wie vor aufwändigen und fehleranfälligen Anlagenteil weg zu rationalisieren. Darin liegt ein enormes Sparpotential, entfallen doch weitgehend alle EA-Karten – sie werden durch den AS-Interface Master ersetzt -, der Schaltschrank wird dadurch entsprechend kleiner, übersichtlicher und somit auch billiger, die dezentralen Verteilerkästen, Hilfsspeisungen und Unterverteiler können Sie in den meisten Fällen ebenfalls vergessen und selbstverständlich reduziert sich der gesamte damit verbundene Arbeitsaufwand ganz enorm.



- | | |
|--------------------|----------------------|
| (1) EA-Karten | (4) Unterverteiler |
| (2) Rangierklemmen | (5) Sensoranschlüsse |
| (3) Kabelbaum | |

Konventionelle Verdrahtung



Verdrahtung mit AS-Interface

© ifm electronic GmbH

Das AS-Interface kennzeichnet sich durch folgende Stichworte:

1. Sensoren und Aktoren verschiedener Hersteller lassen sich an einer vereinheitlichten digitalen, seriellen Schnittstelle anschliessen.
2. Ein mechanisch codiertes Zweileiterkabel verhindert ein Verpolen. Zudem transportiert es zugleich Daten und die Sensorenergie (bis zu 8A). Selbstverständlich darf es in jeder beliebigen Topologie verlegt werden.
3. Ganz wesentliches Gewicht wurde bei der Entwicklung auf die absolut einfache Handhabung gelegt. AS-Interface kann vom ungeschulten Monteur mit herkömmlichem Werkzeug – konkret genügt in den meisten Fällen ein kreuzschlitz Schraubenzieher – betreut werden.
4. Eine hohe Betriebssicherheit in gestörtem industriellen Umfeld und die rasche Systemreaktionszeit (ca. 5ms für das gesamte Netz) darf als selbstverständlich vorausgesetzt werden.

Obwohl das AS-Interface oft mit anderen Feldbussen verglichen wird, ist es kein Konkurrent, sondern eine vereinfachende Ergänzung dazu. Es will daher weder die SPS, noch die Feldbusse verdrängen, sondern diese zum Vorteil der Gesamtanlage perfektionieren.

(Es ist klar, dass sich einige Hersteller von SPS mit dem Konzept und dem Erfolg des AS-Interface noch etwas schwer tun, rationalisiert es doch zu einem guten Teil die aufwändigeren EA-Karten bzw. die entsprechenden EA-Busknotten weg; und damit natürlich auch einen Teil des Umsatzes).

Die Übertragungstechnik des AS-i

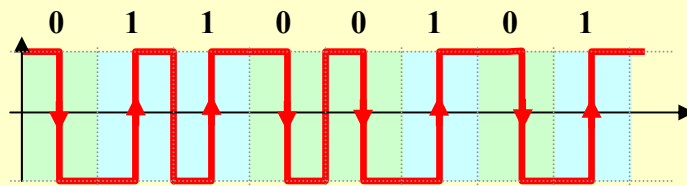
Die Übertragungstechnik des AS-Interface ist in verschiedener Hinsicht bemerkenswert. Hier ist auch ein grosser Teil der Robustheit des Systems begründet. Energie und Daten werden über dieselben Leitungen übertragen; Energie als Gleichspannung, die Daten als Wechselspannung. Ein elektrisches Filter sorgt dafür, dass sich diese beiden Komponenten wieder sauber trennen lassen.

Die Daten müssen folglich so codiert sein, dass sie keinen Gleichstromanteil enthalten. Diese Forderung erfüllt die Manchestercodierung, und für diese haben sich die Entwickler entschieden.

Manchester Codierung:

Bei dieser Codierungsart liegt die Information **im Wechsel** des Pegels in der Bit-Mitte. Bei einer logischen Null wechselt das Signal in der Bit-Mitte von „High“ auf „Low“; bei der logischen Eins ist es umgekehrt.

Beispiel:

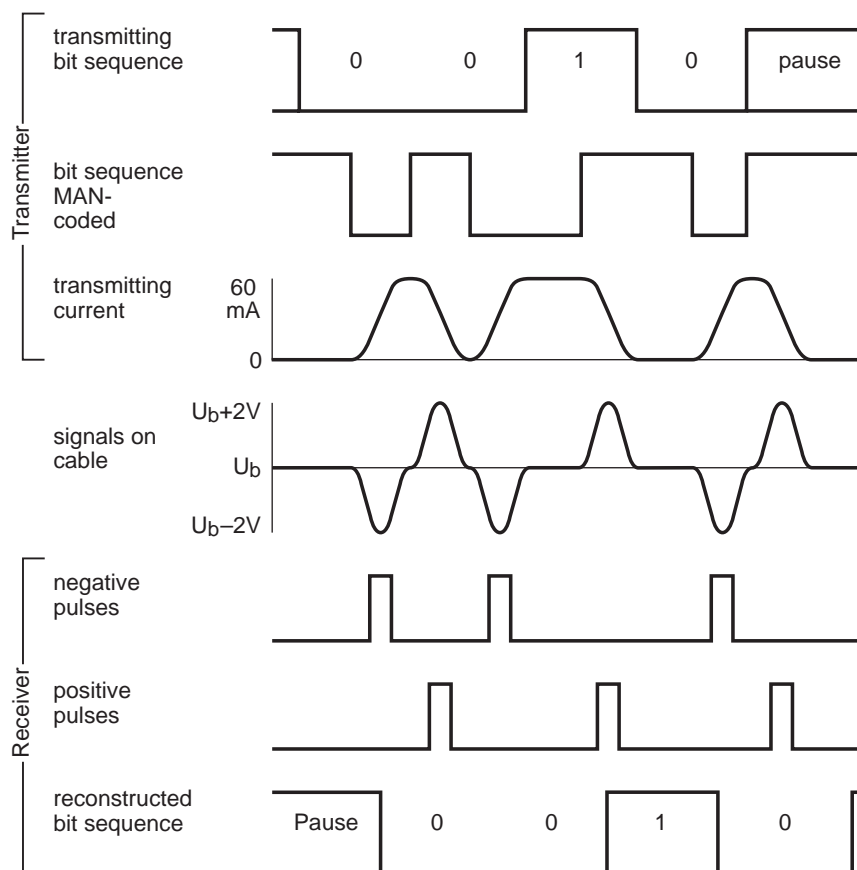


Vorteile dieses Verfahrens sind:

- Das Signal hat keinen Gleichstrom Anteil. Es ist daher geeignet für die Überlagerung von Energie und Daten.
- In jedem Bit kommt garantiert in der Bit-Mitte ein Pegelwechsel vor. Dadurch lässt sich die Taktinformation (Tempo des Senders) ableiten. Man sagt, die Codierung wird transparent.
- Es ist bereits eine Fehlererkennung auf Hardwareniveau möglich. Störimpulse halten sich nicht an die Regel, in der Bit-Mitte zu wechseln!

Im Gegensatz zu den meisten anderen Bussystemen sendet das AS-Interface die Bitfolgen in Form von Stromimpulsen. Darin liegt unter anderem auch die Fähigkeit über Schleifringe zu kommunizieren begründet. Als weitere Spezialität „rundet“ AS-Interface die Flanken der Impulse \sin^2 -förmig ab. Man kann zeigen, dass sich damit die unerwünschte Abstrahlung und – fast noch wichtiger – auch die entsprechende Einstrahlung deutlich verringern lässt.

Nachstehende Figur veranschaulicht die Übertragungstechnik graphisch.



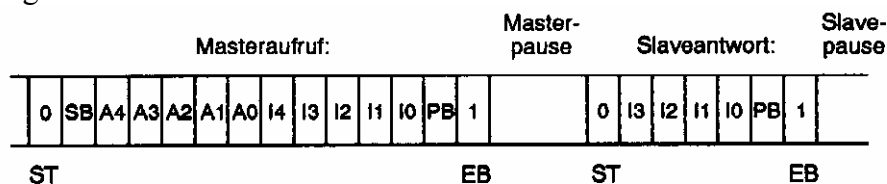
© AS-Interface: complete specification 2.1

Beim AS-Interface rechnet man durchschnittlich mit 100mA Stromverbrauch pro angeschlossenen Slave. Dieser Wert ist jedoch nicht zwingend einzuhalten, sondern er ergibt sich als Durchschnitt über das gesamte Bussegment. Der Anwender muss allerdings darauf achten, dass die Gesamtbelastung den Maximalwert der Speisung nicht überschreitet! Auf dem Markt sind Speisungen bis zu 8A verfügbar.

Die AS-Interface Nachrichten

Der Buszugriff erfolgt einfachheitshalber nach dem Master-Slave Konzept. Das Datenprotokoll ist dabei sehr konzentriert, was eine hohe Protokolleffizienz ergibt.

Die folgenden Datenelemente werden vom Master zum Slave übermittelt :



- ST = Startbit
- SB = Steuerbit
- A4...A0 = Adresse des Slaves (5 Bit)
- I4...I0 = Informationsteil von Master an Slave (5 Bit) und von Slave an Master (4 Bit)
- PB = Paritätsbit
- EB = Ende bit

© Kriesel, Madelung: AS-Interface

- Slaveadresse (5 Bit). Jeder Knoten ist einzeln adressierbar, was im Fehlerfall eine effiziente Behandlung ermöglicht. Mit 5 Bit sind maximal 32 Slaves ansprechbar. Da die Adresse 0 für fabrikneue Slaves reserviert ist, bleiben somit maximal 31 gültige Slaveadressen übrig.
- Information (5 Bit) : Die Information richtet sich entweder an die Datenausgänge, also beispielsweise an angeschlossene Aktuatoren, oder sie ist für die Parametrierung der Slavehardware gedacht oder sie gilt dem Slave Chip selbst. Diese drei Datenziele werden durch die entsprechende Codierung unterschieden.
- Steuerinformationen (4 Bit) : Als Steuerbit gelten das Startbit, es gibt an, dass eine neue Übertragung beginnt, das Steuerbit, es wird zur Unterscheidung des Datenziels verwendet, das Paritätsbit, es dient der Fehlersicherung und das Endebit, welches das Ende einer Übertragung markiert.

Damit ist ein Masteraufruf immer genau 14 Bit lang. Nach einer Pause von mindestens 2 Bit und maximal 10 Bit muss der angesprochene Slave antworten. Meldet sich der Slave nicht innerhalb dieser Zeit, wird ein Fehler signalisiert.

Die Slaveantwort ist noch kompakter. Sie enthält die folgenden Informationsteile :

- Slavedaten (4 Bit) : Es werden immer genau 4 Bit zurückgesendet. Diese enthalten entweder die Zustände der Eingangsleitungen oder eine Zustandsinformation des Sensors bzw. des Slave-Chip.
- Steuerbit (3 Bit) : Auch die Slaveantwort wird von einem Start- und einem Endebit „eingerahmt“. Zusätzlich berechnet auch der Slave ein Paritätsbit.

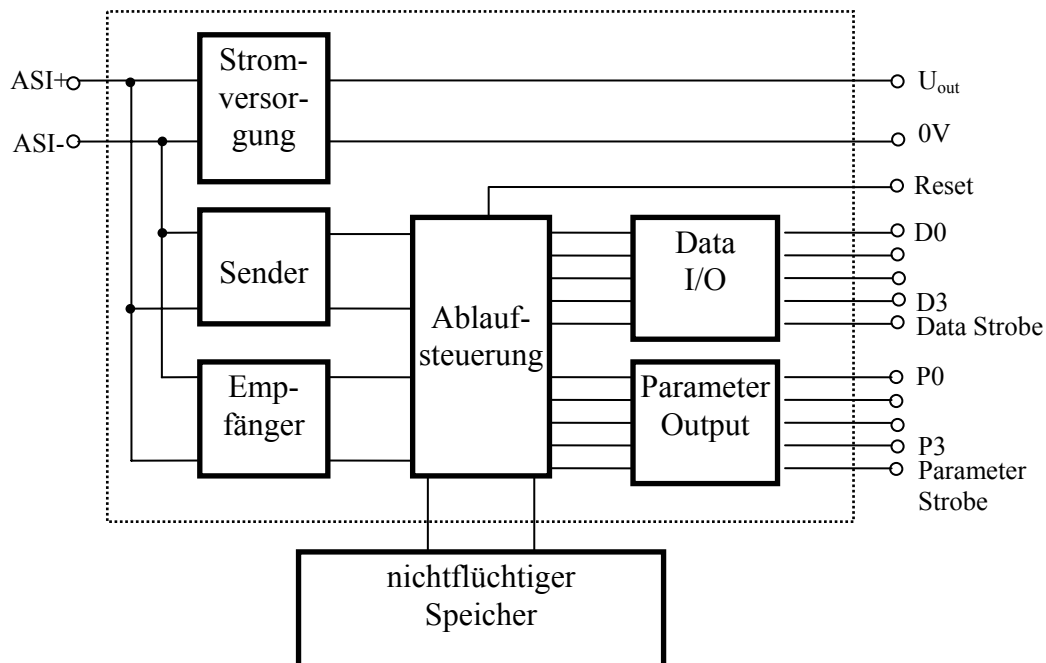
Ein vollständiges AS-i Telegramm dauert somit zwischen 23 und 31 Bitzeiten. Da 1 Bit 6 µs lang ist, dauert das Telegramm maximal 186µs. Aus diesen Daten lässt sich auch unschwer die Protokolleffizienz des AS-Interface ermitteln.

$$\text{Effizienz} = \frac{\text{Nutzdaten}}{\text{Gesamtheit der übermittelten Daten}} \cdot 100 = \frac{8 \text{ Bit}}{25 \text{ Bit}} \cdot 100 = 32\%$$

Mit diesem relativ guten Effizienzwert liegt das AS-Interface mit in der Spitzengruppe.

Prinzipieller Aufbau des AS-i Chip

Das nachstehende Blockschaltbild zeigt die wesentlichen Komponenten des Slave-IC.



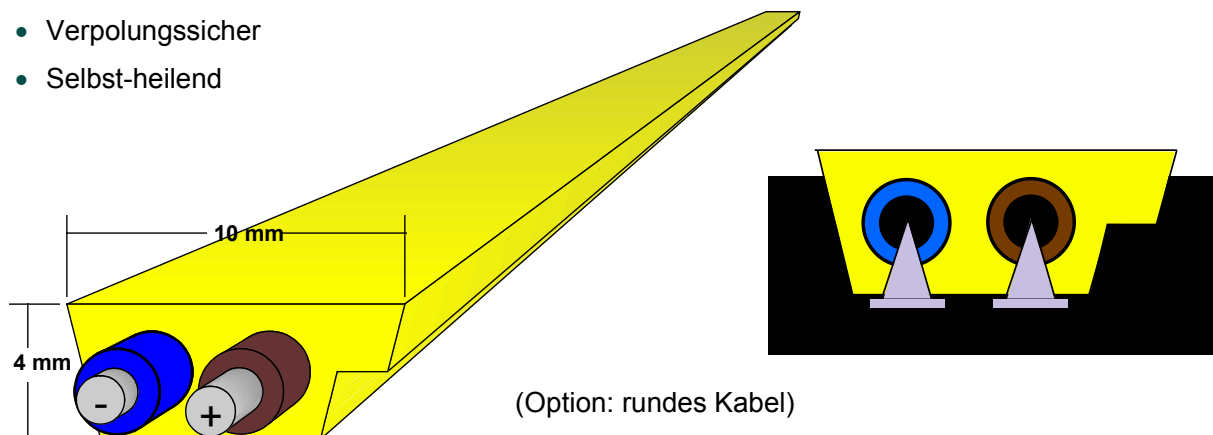
Das Blockschaltbild widerspiegelt die Einfachheit des Systems. Zu beachten ist auch die typisch 4-Bit breite Architektur. Die vier Datenleitungen können als Ein- oder als Ausgang oder auch bidirektional verwendet werden. Die Parameter Leitungen sind als reine Ausgänge konzipiert. Sie dienen dazu, den angeschlossenen Sensor/Aktor zu konfigurieren. (Inversion des Signalpegels, Schaltdistanzen, usw.)

Die Elektromechanik des AS-Interface

Man tut dem AS-Interface unrecht, wenn man es nur über die technischen Daten der Kommunikationstechnik beurteilt. Vielmehr muss unbedingt auch die gesamte Elektromechanik in die Bewertung einbeziehen. In diesem Punkt liegt zum grossen Teil die besonders einfache Handhabung und die hohe Schutzart (IP 67) begründet. Man will mit diesen Komponenten ja direkt in den Prozess!

Die Montage und Kontaktierung ist ohne Abschneiden und Abisolieren möglich. Geschliffene Kontaktschwerter durchdringen bei der Montage die Kabelisolation und sorgen für eine einwandfreie und gasdichte Kontaktierung. (Beim Entfernen eines Slaves schliessen sich diese kleinen Verletzungen natürlich wieder hermetisch!) Durch die besondere Bauform des AS-Interface Kabels ist jede Verpolung unmöglich.

- Verpolungssicher
- Selbst-heilend

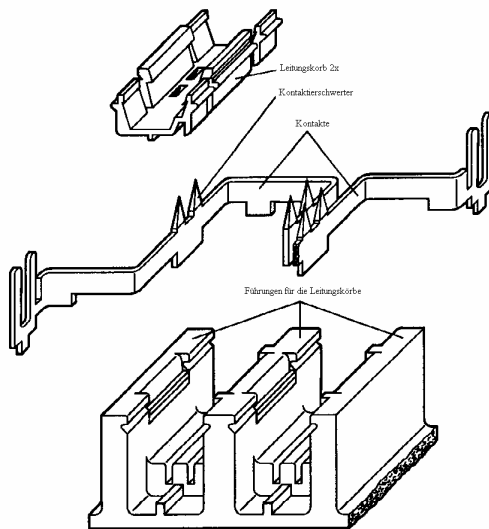


Für das Zuführen von Hilfsenergie gibt es ein exakt baugleiches schwarzes Kabel. Damit lassen sich kräftigere Aktoren (kleinere Motoren, Schütze, Signalleuchten, ...) mit Strom versorgen, ohne dass dazu die Busspeisung zu stark beansprucht wird. Aktormodule, die mit dieser Hilfsenergie betrieben werden, sind mechanisch so konstruiert, dass das schwarze Kabel genau gleich handhabbar ist.

Koppelmodule

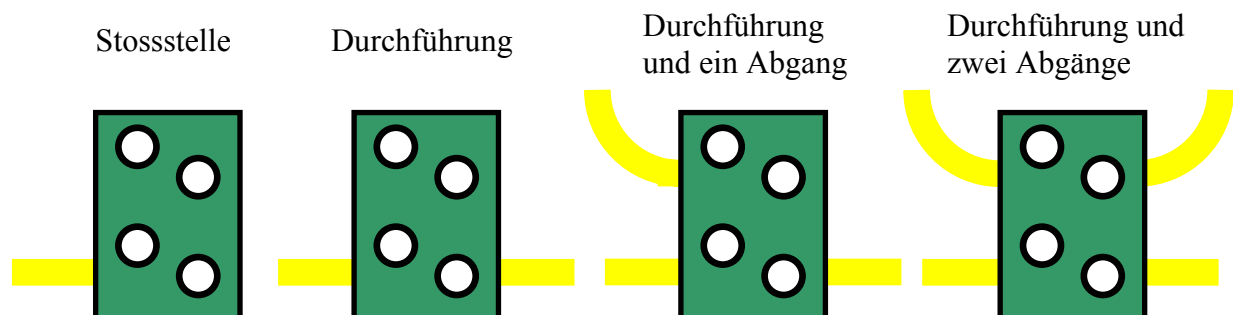
Die Aufgabe der Koppelmodule ist die Kontaktierung des Gerätes mit dem Buskabel. Die Version für Rundkabel wird in der herkömmlichen Technik (PG-Verschraubung und Schraubklemmen) realisiert.

Etwas spezieller ist die Lösung für das Flachkabel. Dieses muss zuverlässig auf die Kontaktschwerter geführt und dort festgehalten werden. Zudem ist ein Verwechseln der Polarität auszuschliessen und schlussendlich ist auch die Zugentlastung zu gewährleisten. Alle diese Forderungen sind durch die Konstruktion des Koppelmoduls garantiert.



© Kriesel, Madelung: AS-Interface

Im Koppelmodul ist ein sog. Leitungskorb eingelassen. Dieser hat im Innern die Passform für das Buskabel. Solange der Korb oben ist, lässt sich das Kabel bequem einlegen. Beim Zuschrauben des Moduls wird der Leitungskorb gezielt auf die Kontaktschwerter geführt. Zugleich schliessen sich die Seitenwände etwas, so dass das Kabel zuverlässig gehalten wird. Die Konstruktion ist sogar so durchdacht, dass von jedem Modul aus die AS-Interface Leitung verzweigen kann. Integriert sind bereits die verschiedenen Dichtungen, die jede beliebige Kombination von zwei Leitungen zulässt.



Die Knotenadressierung und das Adressiergerät

Die einzige Grösse, die vom Installateur dem AS-Interface Slave zugewiesen wird, ist die Knotenadresse. Dazu verwendet man in der Regel das speziell dafür geschaffene und äusserst einfach zu bedienende Adressierterminal. Es ist so beschaffen, dass sich damit praktisch alle Slavetypen direkt – ohne Adapterkabel usw. – programmieren lassen.

Selbstverständlich ist die Knotenadresse auch vom Master aus kontrollierbar; dennoch ist das Arbeiten in der Praxis mit dem Adressiergerät angenehmer.

Zulässige Adressen sind Werte zwischen **1 und 31**. Die Nummer 0 ist zwar auch möglich, sie ist aber für die wichtige **Spezialfunktion „noch nicht zugeordnet“** reserviert. Ab Fabrik haben alle Slaves die Adresse 0 voreingestellt.

Dank dieser Spezialadresse kann ein Knotenaustausch während dem Betrieb der Anlage ohne Probleme durchgeführt werden. Betrachten wir dazu das folgende Szenario :

1. Der Knoten mit Adresse 17 ist aus irgendwelchen Gründen gestört und reagiert nicht mehr.
2. Der Master erkennt den Fehler und gibt eine entsprechende Meldung aus.
3. Der Servicemonteur ersetzt den defekten Knoten durch einen gleichartigen neuen.
4. Der Master stellt fest, dass zwar Knoten 17 immer noch nicht antwortet, dass aber neu ein gleichartiger Knoten mit Adresse 0 existiert. Korrekterweise „schliesst“ der Master daraus, dass das wohl der Ersatz für den defekten Knoten sein muss und weist diesem ohne unser Zutun die Knotennummer 17 zu.



Analogdaten mit AS-Interface

Aus dem hohlen Bauch heraus müsste man annehmen, dass sich mit 4-Datenbit keine Analogdaten verarbeiten lassen. Tatsächlich ist es auch nicht möglich, 8- oder gar 16-Bit Werte in einem Zugriff zum Master zu übertragen. Das AS-Interface behilft sich durch ein Zeitmultiplex Verfahren aus diesem Dilemma.

Ein 16-Bit Wert wird in insgesamt 8 Datenzyklen - quasi scheibchenweise – transportiert. Man erkaufte sich diese Möglichkeit also durch eine etwas längere Übertragungszeit; maximal dauert die Übertragung 8 x 5ms, also 40ms. Das ist für die allermeisten Anwendungen, wie Temperaturen, Füllstände, Druck usw. immer noch schnell genug.

Masteraufruf

HS	1	1	1
HS	1	1	0
HS	1	0	1
HS	1	0	0
HS	0	1	1
HS	0	1	0
HS	0	0	1
HS	0	0	0

Slaveantwort

$\overline{\text{HS}}$	S3	S2	S1
$\overline{\text{HS}}$	0	0	B16
$\overline{\text{HS}}$	B15	B14	B13
$\overline{\text{HS}}$	B12	B11	B10
$\overline{\text{HS}}$	B9	B8	B7
$\overline{\text{HS}}$	B6	B5	B4
$\overline{\text{HS}}$	B3	B2	B1
$\overline{\text{HS}}$	V	Ü	-

Statusbit (Start der Sequenz)

Digitalisierter Wert

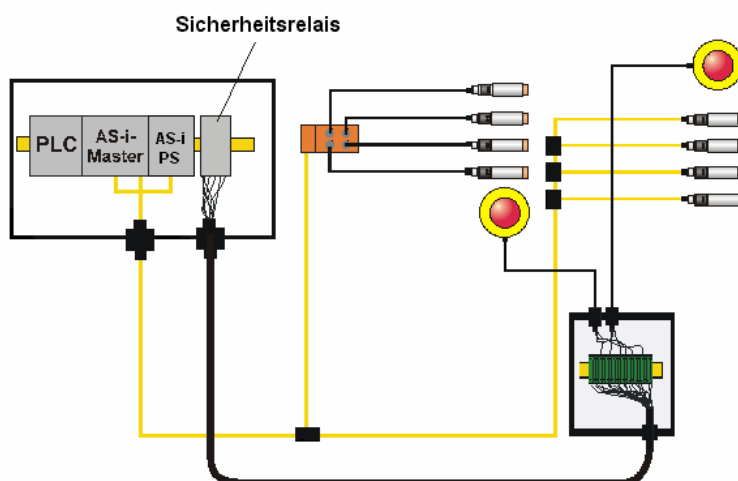
Vorzeichen, Übertrag, „not used“

HS = hand shake

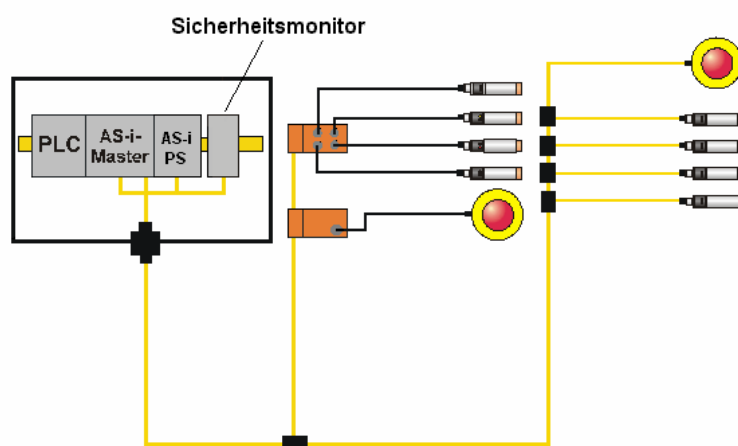
Selbstverständlich hat der Anwender mit diesem Multiplex Verfahren selbst nichts zu tun. Der Master erkennt auf Grund der Angaben, die er im Slave lesen kann, dass es sich um ein Analogdaten verarbeitendes Element handelt. Der fix fertig gewandelte Analogwert kann von der übergeordneten Steuerung dann direkt aus dem Prozessabbild herausgelesen werden.

Die sichere Datenübertragung mit AS-Interface (Not-Aus Signale)

Die Verarbeitung sicherheitsrelevanter Signale (Not-Aus, Personenschutz, usw.) war bisher mit Bussystemen nicht möglich.



Selbst mit dem AS-Interface blieb nur obige Lösung für die Sicherheitskreise übrig. Sie werden sicherlich zustimmen, dass dies ein zwar notwendiger, aber nichts desto trotz hässlicher Stilbruch in der ansonsten so sauberen Verdrahtung darstellt. An der diesjährigen Industriemesse in Hannover wurde die neue Lösung zu diesem Problem erstmals präsentiert.



Mit dieser neuen Technik lassen sich nun endlich auch diese sicherheitsrelevanten Elemente in ein herkömmliches AS-Interface Netz einbeziehen. Das Arbeitsprinzip, welches übrigens in Deutschland bereits durch den TÜV und die Berufsgenossenschaften akzeptiert wurde, funktioniert wie folgt:

Ein sicherheitsrelevanter Slave verwendet seine vier Bit zur Übertragung seines Schaltzustandes. Dabei sendet er bei jedem Aufruf durch den Master eine pseudo zufällige 4-Bit Kombination. Diese ist so definiert, dass sie sicher nicht durch eine externe Störung entstehen kann. Ein zweites Gerät, der Sicherheitsmonitor überwacht die korrekte Reihenfolge dieser 4-Bit Übertragungen. Solange die Abfolge korrekt ist, lässt der Monitor den kritischen Prozess laufen. Sollte diese hingegen falsch ankommen oder ganz ausbleiben, so schaltet der Sicherheitsmonitor die Anlage in den sicheren Betriebszustand.

Es spielt dabei überhaupt keine Rolle, ob die Folge durch ein echtes Auslösen des Sicherheitselementes unterbrochen wird, oder weil ein Defekt den Master, den Slave oder allenfalls das Buskabel am korrekten Weiterarbeiten gehindert hat. In all diesen Fällen wird die korrekte Abfolge der pseudo Zufallsfolge unterbrochen, was der Monitor eben als „Ansprechen des Sicherheitsschalters“ interpretiert. Es ist so leicht einzusehen, dass mit diesem Konzept das System „auf der sicheren Seite“ arbeitet. Der geringste Fehler sorgt sofort für das Abschalten des kritischen Prozesses.

Prof. Hans Scheitlin
Dozent für Automatisierungstechnik
FH-Solothurn
4702 Oensingen