

3.1 Schnittstellen zwischen dem technischen Prozess und dem Automatisierungs-Computersystem

Übertragung von Prozess-Signalen zwischen technischem Prozess und Automatisierungs-Computersystem

Prozess-Signaleingabe:

Prozessgrössenerfassung

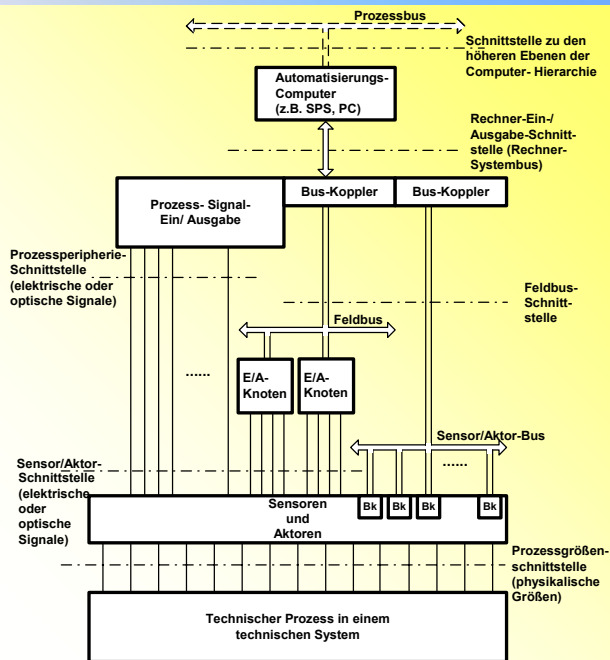
Temperatur

Prozess-Signalausgang:

Ansteuerung von Stellgliedern

Ventil schließen

Einrichtungen zur Kopplung eines Automatisierungs-Computers mit dem technischen Prozess sowie zugehörigen Schnittstellen



Möglichkeiten für die Verbindung der Sensoren und Aktoren mit dem Automatisierungs-Computersystem

- * Anschluss über Leitungsbündel

Konventionelle Art

- * Anschluss über Bus-Ankoppel-Module (E/A-Knoten)

Verwendung von Feldbuskoppler

- * Anschluss über Sensor/Aktor Bus-System

Modernste Form: Verwendung intelligenter Sensoren und Aktoren

Direkter Anschluss von Sensoren und Aktoren

- Bei der Produktautomatisierung
- Kurze Leitungen zum Mikrocontroller

Ein/ Ausgabe über Feldbus-Systeme

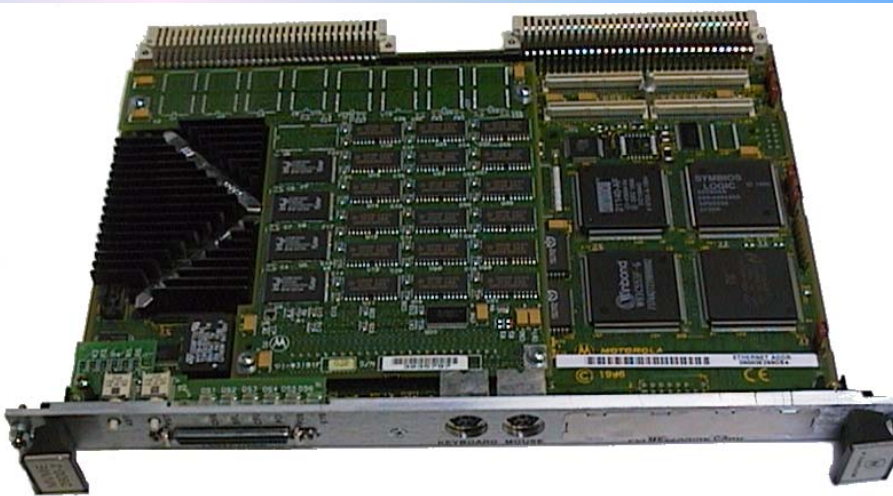
- Bei der Anlagenautomatisierung
- Reduzierung der Verkabelung und Installationskosten

VME-Bus-System

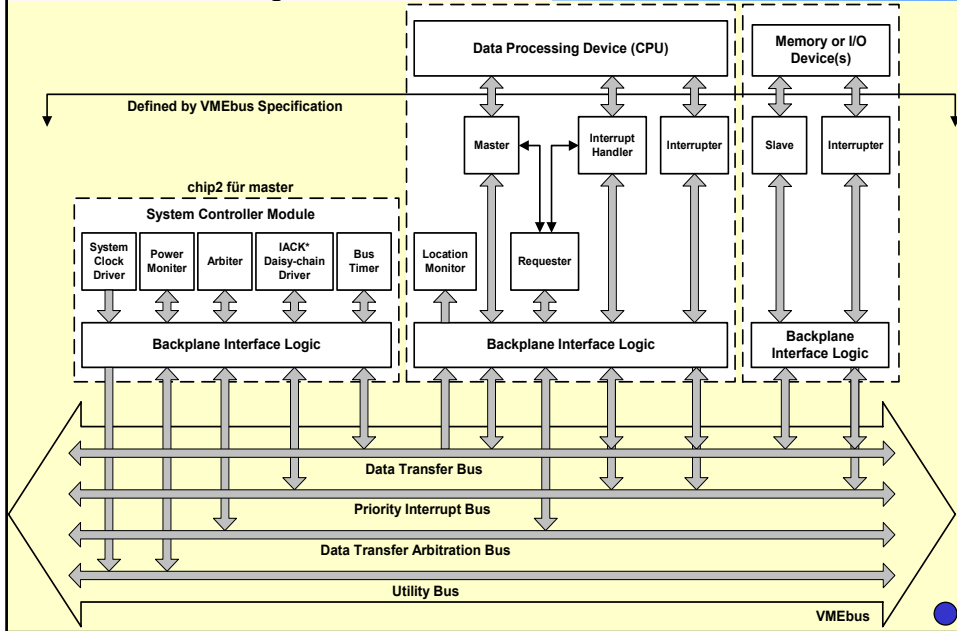
Eigenschaften

- * Standardisierte Rechner-Ein-Ausgabe-Schnittstelle zum Anschluss von Rechnerkomponenten
- * Aufbau
 - Backplanes
 - VME-Bus-Module (Boards)
- * Master-Slave Verfahren
- * Asynchrone Kommunikation mit Handshake-Signalen
- * Paralleler Rechnerbus
- * Multiplex- und Nichtmultiplex-Betrieb

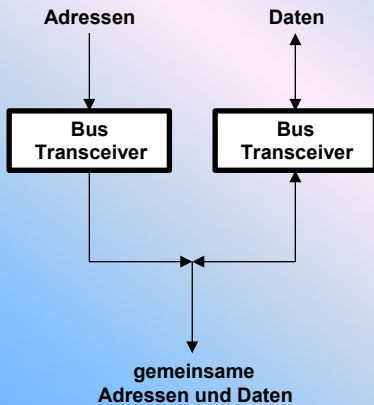
VME-Busmodul mit Steckverbindungen



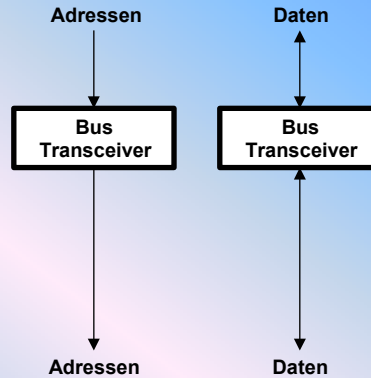
Funktionales Blockdiagramm des VME-Bus



Multiplex Bus



Nicht-Multiplex Bus



VME-Bus-Eigenschaften

Eigenschaft	Spezifikation	Bemerkungen
Architektur	Master/Slave	
Übertragungsart	asynchron, non-multiplexed, opt. multiplexed	keine zentrale Synchronisationsuhr
Adressraum	16-bit (short I/O) 24-bit (standard) 32-bit (extended) 64-bit (long)	Adressraum kann dynamisch selektiert werden
Datenbreite	8, 16, 24, 32 oder 64 bit	Datenbreite kann dynamisch selektiert werden
unaligned data transfers	ja	kompatibel mit den meisten Mikroprozessoren
Fehlererkennung	ja	
Datentransferrate	0-40 Mbyte/sec 0-80 Mbyte/sec 0-160Mbyte/sec 0-320 Mbyte/sec (VME320)	
Interrupts	7 Ebenen	Prioritäts-Interruptsystem
Multiprozessorfähigkeit	1-21 Prozessoren	flexible Busarbitrierung
Systemdiagnosefähigkeiten	ja	
mechanischer Standard	'Single Height', 3U 'Double Height', 6U	160x100mm Europakarte 160x233mm Europakarte DIN 603-2 Steckverbinder
Internationale Standards	ja	IEC 821, IEEE 1101, IEEE 1014

Arten von VME-Bus-Baugruppen:

- * **Prozessorkarten**
- * **Speicherkarten**
- * **Massenspeicher-Karten**
- * **Analoge I/O-Module**
- * **Digital/Parallel I/O-Module**
- * **Serielle I/O-Module**
- * **Netzwerkkarten**
- * **Interfacekarten**
- * **Backplanes**
- * **Stromversorgungs-Module**

3.2 Sensoren und Aktoren

Sensoren

Aufnehmer, Messwertaufnahmeeinrichtung

Aufgaben

- * Erfassung physikalischer Prozessgrößen
- * Umwandlung in eine zur Weiterverarbeitung geeignete Form
- * Grenzwert-Überwachung
- * Selbsttest
- * Selbstkalibrierung
- * Anpassung an ein Bussystem

Intelligente
Sensoren

im Sinne des Automatisierungssystems

Sensorelement

Fühler, Geber

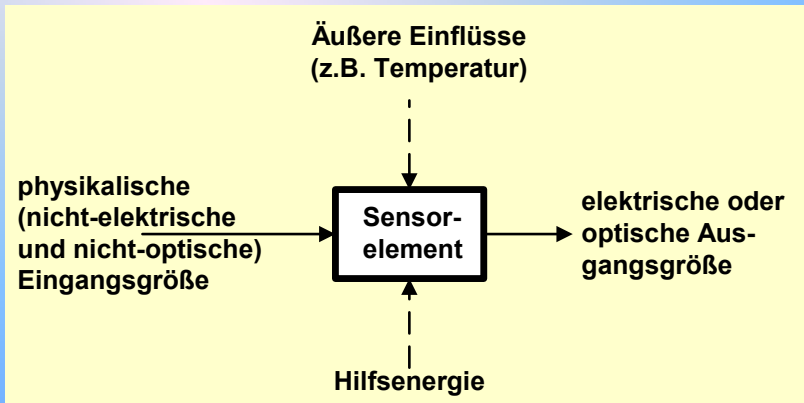
Aufgabe

Wandlung einer nicht-elektrischen physikalischen Grösse in eine elektrische oder optische Grösse

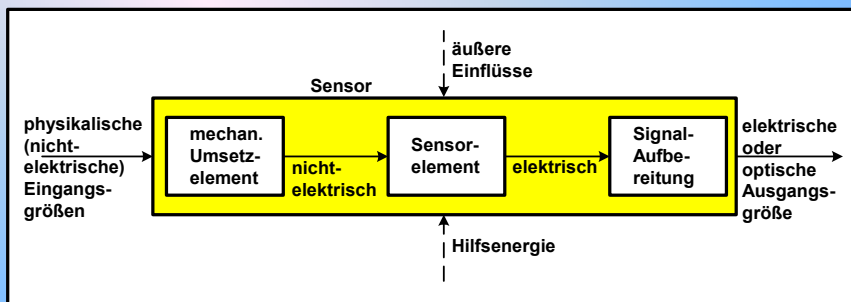
Ausnutzung physikalischer Effekte

- * Widerstandsänderung
- * Änderung der Induktivität
- * Änderung der Kapazität
- * Piezoelektrischer Effekt
- * Thermoelektrischer Effekt
- * Photoelektrischer Effekt
- * Wirbelstrom-Effekt
- * Strahlungsabsorption

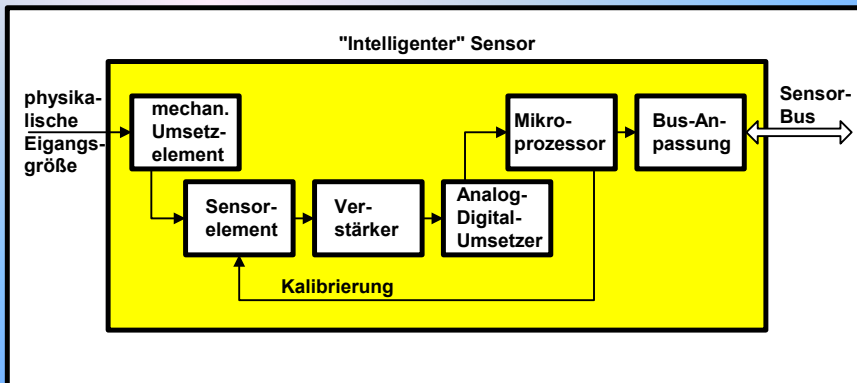
Sensorelement



Bestandteile eines Sensors



Intelligenter Sensor



Klassifizierung von Sensorelementen nach der Art des Sensorausgangssignals

- * amplitudenanaloge Sensoren
- * frequenzanaloge Sensoren
- * digitale Sensoren
- * binäre Sensoren

Sensorsystem

Integration mehrerer Sensoren für verschiedene Prozessgrößen mit der Auswerteelektronik auf einem Bauelement

Amplitudenanaloge Sensoren

- ❑ Umformung einer nichtelektrischen Messgröße in ein amplituden-analoges Ausgangssignal, d.h. Amplitude des elektrischen Ausgangssignals ist proportional der zu messenden physikalischen Größe
- ❑ Oft mit Umformerstufe im selben Gehäuse
 - * Verstärkung
 - * Normierung
 - * Linearisierung
 - * Temperaturkompensation
- ❑ Für alle wichtigen Messgrößen verfügbar

Frequenzanaloge Sensoren

- ❑ Liefern ein Wechsellspannungssignal, dessen Frequenz der zu messenden physikalischen Größe proportional ist
- ❑ **Vorteile:**
 - * Unempfindlichkeit gegen Störbeeinflussung auf den Übertragungsleitungen
 - * einfache Frequenz-Digitalumsetzung durch Zähltechnik
 - * kein Genauigkeitsverlust bei Verstärkung und Übertragung
 - * einfache Potentialtrennung mit Übertragern
- ❑ Selten im Vergleich zu amplitudenanaloge Sensoren

Digitale Sensoren

- Umwandlung der nichtelektrischen Messgröße in ein digitales Ausgangssignal
- Umsetzarten
 - ✳ **direkte Umsetzung**
Umwandlung des nichtelektrischen Signals mittels Codescheibe (Drehbewegung) oder Codelineal (Linearbewegung) in ein digitales Signal
 - ✳ **indirekte Umsetzung**
Umwandlung des nichtelektrischen Signals in amplituden-analoges Signal, dann Analog-Digital-Wandlung

Binäre Sensoren

- JA/ Nein-Information
- Grenzwertgeber/Schwellwertgeber
- Beispiel: Endschalter, berührungslos arbeitende Gabellichtschranke

Arten von Sensorelementen

Physikalische Prozessgröße	Sensorelement	Ausgangsgröße
Temperatur	Thermoelement	mV
	Metallische Widerstände	Widerstandsänderung
	Halbleiter-Widerstände (Heißeleiter)	Widerstandsänderung
Druck	Keramik-Widerstände (Kaltleiter)	Widerstandsänderung
	Druckdose mit Membran und Dehnungsmessstreifen	Widerstandsänderung
Kraft	Druckdose mit Silizium-Membran (piezoresistiver Effekt)	Widerstandsänderung
	Dehnungsmessstreifen	Widerstandsänderung
Drehzahl	Induktiver Kraftmessfühler	Induktivitätsänderung
	Piezoelekt. Fühler	Ladung
Beschleunigung	Tachogenerator	V
	Impulszählung	Impulsfolge
Durchfluss	Silizium-Piezowiderstand	Widerstandsänderung
	Silizium-Kondensator	Kapazitätsänderung
Annäherung	Ringkolbenzähler	Impulsfolge
	Induktive Durchflussmesser	mV
Winkel	Hallelement aus Silizium	mV
Feuchte	Winkelkodierer	Digitalwert
	Impulsgeber	Impulsfolge
Lichtintensität	Lithiumchlorid-Feuchtefühler	mV
	Photodiode	µA
	Photowiderstand	Widerstandsänderung

Aktoren

Aufgabe

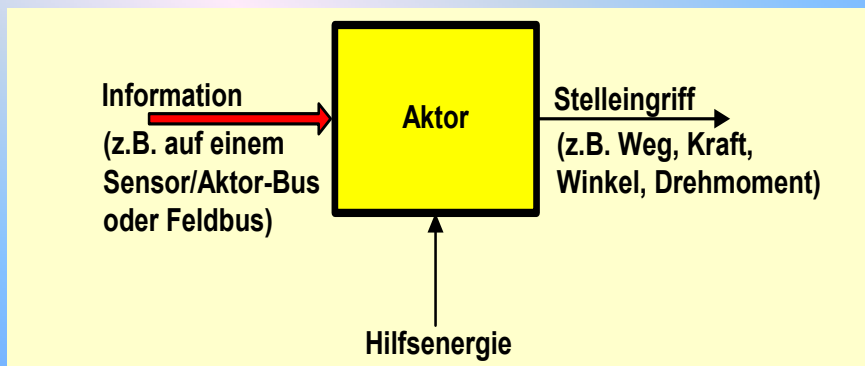
Umsetzung der vom Automatisierungs-Computersystem ausgegebenen Informationen in Stelleingriffe in dem technischen Prozess

Muskeln des Automatisierungssystems

Aktoren für unterschiedliche Stellgrößen

- * optische Größen
- * mechanische Größen
- * thermische Größen
- * Durchflüsse

Aktor als Wandler von Information in einen Stelleingriff



Aktoren mit mechanischer Ausgangsgröße

Aktorprinzip	Aktoren
Elektromechanische Bewegung	Elektromotor, Schrittmotor, Elektromagnet, Linearmotor
Hydraulischer Stellzylinder	Hydraulische Aktoren
Pneumatischer Stellzylinder	Pneumatische Aktoren
Piezoelektrischer Effekt	Piezoelektrische Aktoren, Elektrostriktive Aktoren
Magnetostriktiver Effekt	Magnetostriktive Aktoren
Elektrorheologischer Effekt	Elektrorheologische Aktoren
Magnetorheologischer Effekt	Magnetorheologische Aktoren
elektrisch erzeugter Gasdruck	Chemische Aktoren
Bimetall-Effekt	Thermo-Bimetall-Aktoren
Memory-Metalle	Memory-Metall-Aktoren
Silizium-Mikrotechnik	Mikromechanische Aktoren

3.3 Feldbussysteme

Motivation für die Einführung von Feldbussystemen

Schwächen konventioneller Verbindungstechniken:

- * 1 Leitung pro Bauelement sehr aufwendig
- * unflexibel bei Änderungen und Erweiterungen

⇒ Einsatz serieller Bussysteme zur Senkung der Projektierungs- und Installationskosten

Kommunikation zwischen den Sensoren/Aktoren und dem Automatisierungs-Computersystem

Anwendungsbereiche:

- * Gebäudeautomatisierung
- * Produktionsautomatisierung
- * Kfz-Elektronik (Steuerung + Überwachung)

Terminologie

- Feldbereich:** Jener Teil des Automatisierungssystems welcher in räumlicher Nähe oder direkter Verbindung zum technischen Prozess steht
- Feldgeräte:** Mess-, Schalt- und Stellgeräte, Regeleinrichtungen und Bediengeräte, die direkt mit dem technischen Prozess in Interaktion treten
- Feldbussysteme:** Serielle Datenkommunikationssysteme für den Datenaustausch im Feldbereich. Hier besonders Anforderungen an die Sicherheit der Datenübertragung: Datenintegrität, EMV-Resistenz



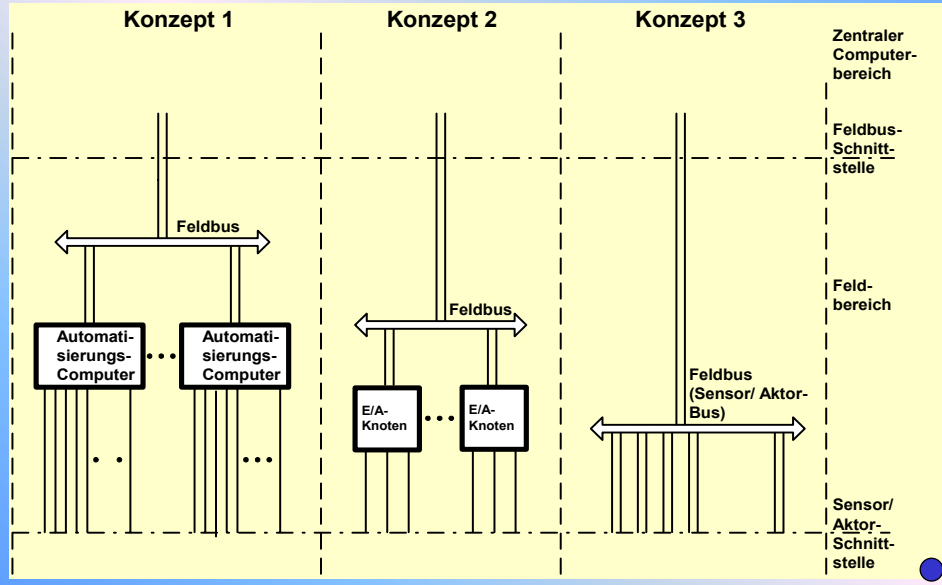
Feldbussysteme

<i>Beispiele</i>	<i>Hersteller oder Haupteinsatzgebiet</i>
------------------	---

BITBUS	INTEL
PROFIBUS (Process Field Bus)	BMBF
INTERBUS-S	Fertigungsautomatisierung
CAN	BOSCH
EIB (European Installation Bus)	Gebäudeautomatisierung
FIP	Franz. Feldbuskonzept



Klassifizierung von Feldbuskonzepten



Anforderungen an Feldbus-Systeme

- * Zuverlässige Kommunikation unter allen Umgebungsbedingungen
- * Einfache Handhabung durch Instandhaltungspersonal
- * Einfache und robuste Anschluss Technik
- * Eigensicherheit in explosionsgefährdeten Bereichen

Bus-Zugriffsverfahren

Regeln für das Senden von Nachrichten

Arten von Zugriffsverfahren

- ❑ **Deterministischer Buszugriff**
 - * festgelegtes Verfahren für Sendeberechtigung
 - * **Antwortzeitverhalten vorhersagbar**

- ❑ **Zufälliger Buszugriff**
 - * permanentes Mithören
 - * ereignisgesteuerte Kommunikation
 - * niedrige mittlere Busbelastung
 - * Antwortzeitverhalten nicht vorhersagbar

Verfahren mit determiniertem Bus-Zugriff

Master/Slave-Verfahren

- * übergeordneter Busteilnehmer (Master) steuert Buszugriff

Vorteile:

- * einfache Organisation
- * sichergestellte Maximalzeit

Nachteile:

- * maximale Latenzzeit proportional zur Anzahl der Busteilnehmer
- * bei Ausfall des Masters keine Kommunikationsbeziehung mehr möglich

Beispiele: Bitbus, Profibus

Token-Passing-Verfahren

Weitergabe des Token (Senderecht) von Teilnehmer zu Teilnehmer nach einer maximalen Zeitdauer

Arten des Token-Passing-Verfahrens

- Token Bus
 - * Linientopologie
 - * logische Folge von Teilnehmern
- Token Ring
 - * Ringtopologie
 - * Reihenfolge des Senderechts entspricht physikalischer Reihenfolge

Vorteile

- * gutes, vorhersagbares Echtzeitverhalten
- * sehr gute Hochlasttauglichkeit

Nachteile

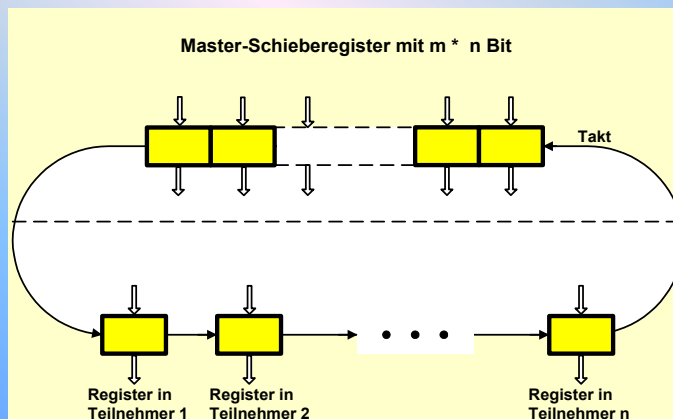
- * lange Verögerungszeiten im Fehlerfall
- * Überwachung der Tokenweitergabe
- * Reinitialisierung nach Tokenverlust

Beispiel:
Profibus

TDMA- Verfahren

Time Division Multiple Access

- Jeder Teilnhmer innerhalb einer Periode (TDMA-Zyklus) bekommt einen oder mehrere Zeitslitze bestimmter Länge
- Prinzip verteiltes Schieberegister



Vorteile

- * kurze, konstante Zykluszeit
- * geringer Protokoll Overhead

Nachteile

- * zeitliche Synchronisierung der Teilnehmer notwendig
- * ungeeignet für autonome Teilnehmer
- * wenig flexibel, keine dynamische Anpassung

Beispiel: **INTERBUS-S**

Verfahren mit zufälligem Bus-Zugriff

CSMA-Verfahren

Carrier **S**ense **M**ultiple **A**ccess

- 1) Jeder Teilnehmer prüft, ob Bus frei
- 2) wenn frei, Sendeversuch
- 3) im Falle von Kollisionen, Wiederholung des Sendeversuchs

CSMA/ CD - Verfahren (Collision Detection)

- Erkennung von Kollisionen durch Datenabgleich
- Sendewiederholung nach teilnehmerspezifischer Wartezeit

Vorteile

- * niedrige Busbelastung
- * kurze Latenzzeit im Niederlastbereich

Nachteile

- * im Hochlastbereich lange Wartezeiten

CSMA/CA-Verfahren (Collision Avoidance)

Vermeidung von Kollisionen durch Prioritätsregeln

Prioritätsregeln

- * Adress-Arbitrierung
Teilnehmer mit niedrigster/ höchster Adresse setzt sich bei gleichzeitigem Sendeversuch durch.
Beispiel: CAN- Bus
- * Zeitspanne-Zuordnung
Nach Beendigung einer Sendung teilnehmer-spezifische Wartezeitspanne

PROFIBUS

Feldbus-Familie

- * **PROFIBUS - DP** (Dezentrale **P**eripherie)
- * **PROFIBUS - FMS** (Field **M**essage **S**pecification)
- * **PROFIBUS - PA** (Prozess-**A**utomatisierung)

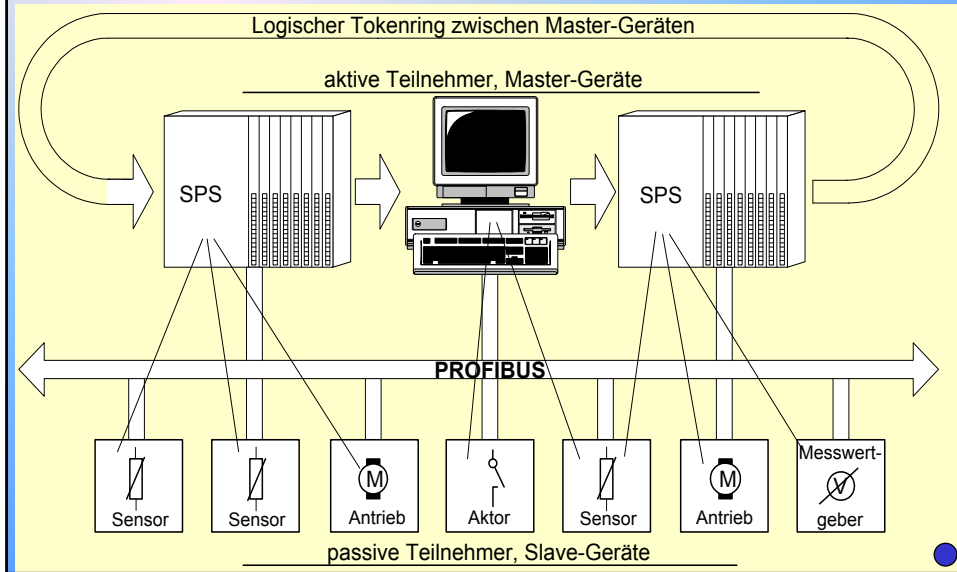
Profibus-Eigenschaften

- Unterscheidung von Master- und Slave-Teilnehmern
- Master-Teilnehmer (aktive Teilnehmer)
 - * Sendung von Nachrichten ohne Aufforderung bei Tokenbesitz
- Slave-Teilnehmer (passive Teilnehmer)
 - * kein Tokenbesitz möglich
 - * Quittierung von Nachrichten
 - * auf Anfrage Nachrichtenübermittlung

⇒ Token-Passing-Verfahren für aktive Teilnehmer

⇒ Master-Slave-Verfahren für Kommunikation mit passiven Teilnehmern

Hybrides Zugriffsverfahren beim PROFIBUS



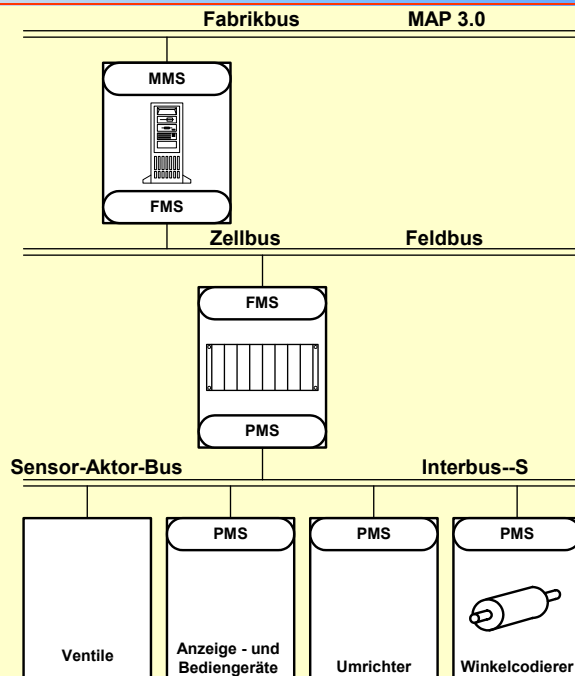
INTERBUS-S

Kommunikationsarchitektur mit dem Interbus-S

PMS = Peripheral Messages Services

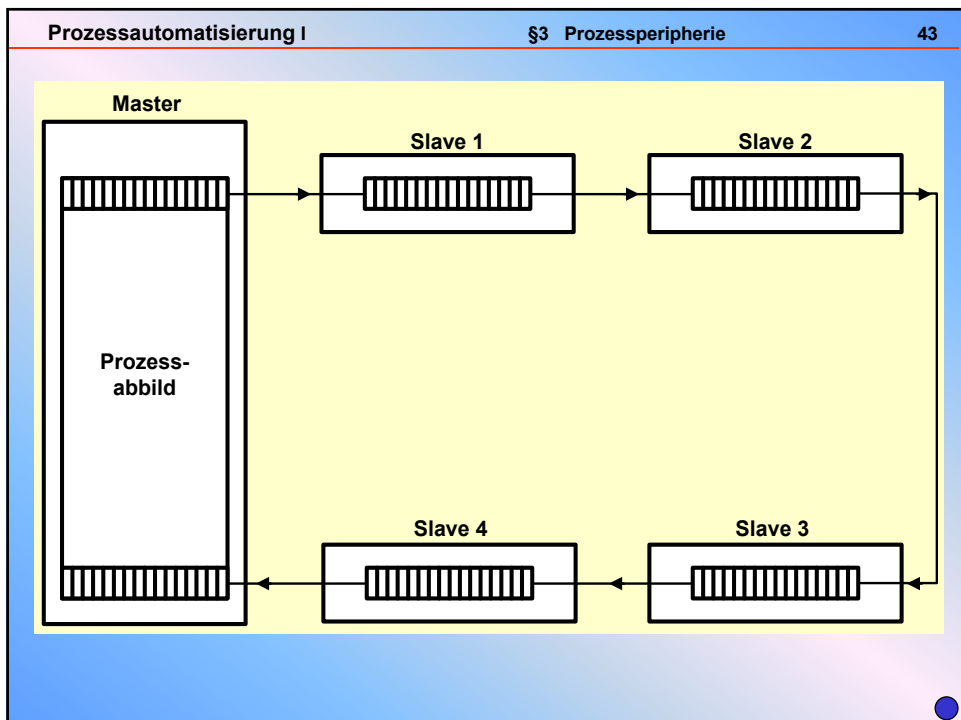
MMS = Manufacturing Messages Structure

FMS = Fieldbus Management Services



Eigenschaften

- ⇒ Ringtopologie
- ⇒ 500 KBit/s bzw. 2 Mbit/s (Lichtwellenleiter)
- ⇒ bis zu 64 Teilnehmer am Bus
- ⇒ Ausdehnung bis 13 km
- ⇒ zentrales Masterverfahren mit Schieberegister



CAN-Bus

Controller Area Network

von Bosch/Intel für den Einsatz im Automobilbereich entwickelt

Einsatzbereiche des CAN



Kraftfahrzeugtechnik

- ⇒ Airbag
- ⇒ ABS
- ⇒ Motormanagement
- ⇒ Klimaanlage
- ⇒ bei S-Klasse ca. 60 Servos

Gebäudeleittechnik

- ⇒ Aufzugsteuerung
- ⇒ Überwachung
- ⇒ Alarmanlagen
- ⇒ Klima

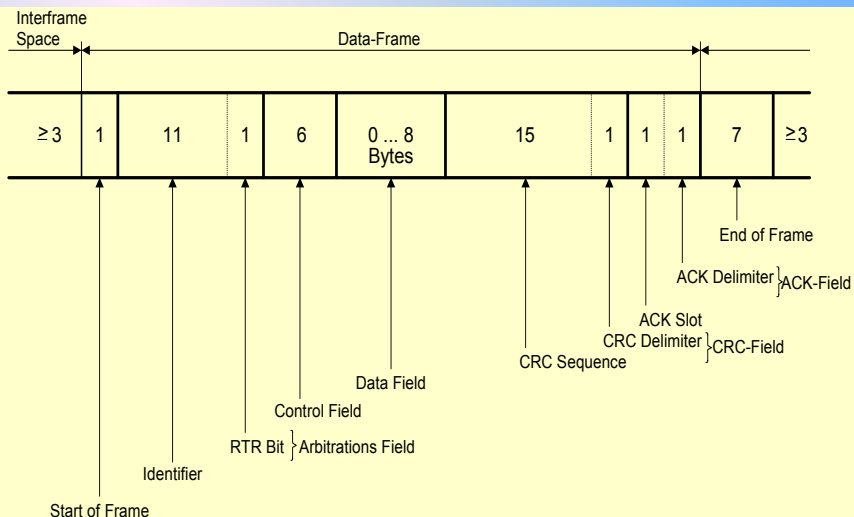
Industrie-Automatisierung

- ⇒ Feldbussysteme
- ⇒ Verfahrenstechnik
- ⇒ Werkzeugmaschinen

Eigenschaften des CAN

- ❑ **Botschaftsorientierte Adressierung**
Auf einem Knoten können mehrere Objekte liegen, Objekt wird adressiert, nicht der Knoten.
- ❑ **Multimaster-Buszugriffstechnik**
- ❑ **Busvergabe nach Prioritäten bei Zugriffskonflikt**
Durch nichtzerstörende, bitweise Arbitrierung nach dem CSMA/CA-Verfahren
- ❑ **Kurze Botschaftslänge (0...8 Byte)**
- ❑ **Übertragungsraten bis 1Mbit/s (bei max.40m Buslänge)**
- ❑ **Verschiedene Fehlererkennungsmechanismen**
- ❑ **Selbsttest durch Fehlerzähler**
Verursacht ein Knoten zu viele Fehler, so koppelt er sich schrittweise vom Bus ab.

Datenrahmen



CAN für elektromagnetisch stark gestörte Umgebungen

Störungserkennungsmechanismen

- * Bit stuffing und destuffing nach 5 Bits gleichen Logikzustands ein Bit des entgegengesetzten Logikzustands
stuffing durch den Sender
destuffing durch den Empfänger
 - * 15 BIT CRC (Cyclic Redundancy Check)
zyklischer Binärcode mit
64 Nachrichtenstellen
15 Kontrollstellen
Hammingdistanz $d = 6$
⇒ Restfehlerwahrscheinlichkeit
- $P = 4.7 \times 10^{-16}$
Ethernet $P_{RE} = 10^{-7}$
- * Buspegelüberprüfung
simultanes Zurücklesen
 - * Botschaftsrahmensicherung
Prüfung des Rahmens auf Richtigkeit

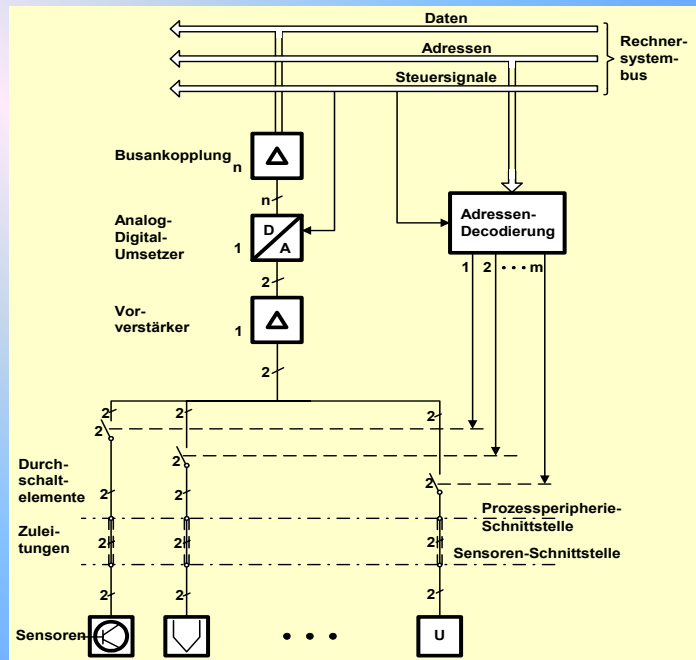
3.4 Ein-/Ausgabe von analogen Signalen

Analog-Eingabe

Formen analoger Prozess-Signale

- * elektrische Spannungssignale
- * elektrische Stromsignale
- * elektrische analoge Widerstandswerte

Grundsätzlicher Aufbau der Analog-Eingabe



Ablauf einer Analog-Eingabeoperation

- ☐ **Schnelle** Analog-Digital-Umsetzung
ADU mit Umsetzzeit von 1-100 μ s, d.h.

Abtastfrequenz > 10.000 Werte pro Sekunde

1. Bereitstellung der Meßstellen Adresse des Analogsignals zum ADU und Umsetzung
2. Durchschaltung des angewählten Analogsignals zum ADU und Umsetzung
3. Eingabe des gewandelten Werts über den Datenbus

- **Langsame** Analog-Digital-Umsetzung
ADU mit Umsetzzeit von $> 100 \mu\text{s}$, d.h.

Abtastfrequenz < 10.000 Werte pro Sekunde

1. Adresse des einzugebenden Analogsignals wird ausgegeben zur Durchschaltung
2. Umsetzung in Digitalwert wird gestartet
3. Anderes Programm wird zur Ausnutzung der relativ langen Umsetzzeit gestartet
4. Wenn Umsetzung beendet ist, wird Interruptsignal erzeugt
5. Entsprechendes Interruptprogramm liest gewandelte Informationen ein

Analog-Digital-Umsetzer

Arten von Analog-Digitalumsetzern

- **Momentanwertumsetzer**

- * Einzelne Werte eines analogen Prozess-Signals werden abgetastet und in digitale Werte umgesetzt

Integrierende Umsetzer (Mittelwertumsetzer)

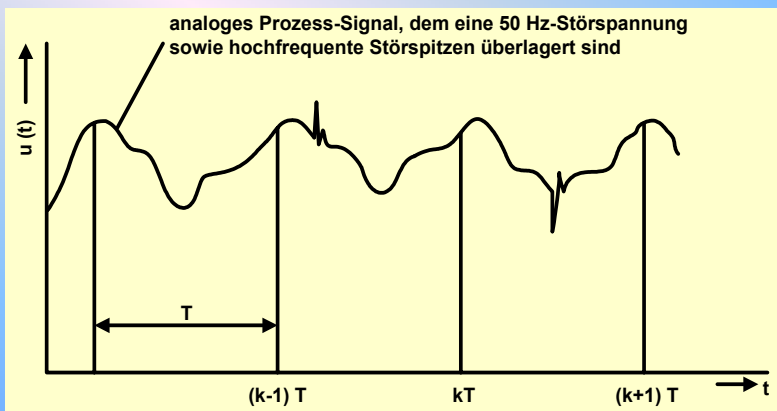
- * Analoges Prozess-Signal wird über eine Periode T der Netzfrequenz integriert und der Mittelwert gebildet
- * Mittelwert wird in digitalen Wert umgesetzt

$$u(kT) = \frac{1}{T} \int_{(k-1)T}^{kT} u(t) dt$$

- * Vorteil: hohe Mess-Sicherheit
- * Vergleichsweise geringer Aufwand
- * Ausschaltung von hochfrequenten, aperiodischen Störspitzen
- * Unterdrückung von netzfrequenten Störspannungen
- * Nur für relativ langsam veränderliche Prozess-Signale anwendbar

Prinzip des integrierenden ADU

T = Vielfaches von 20 ms bei 50 Hz Netzfrequenz



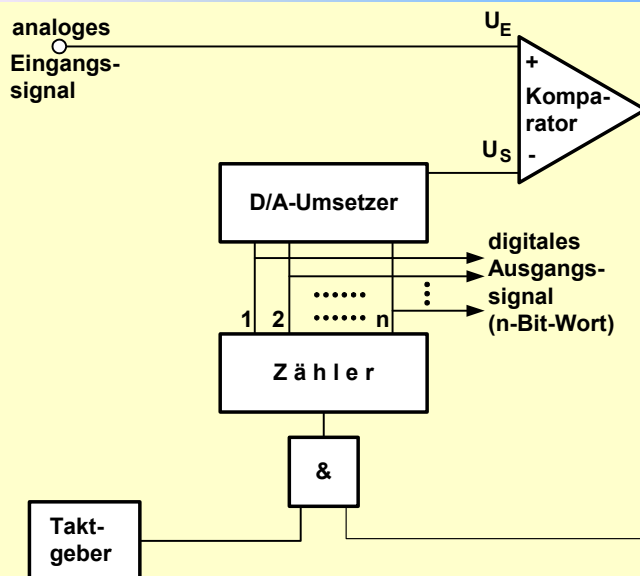
Umsetzverfahren für Analog-Digital-Umsetzer

	Momentanwert- umsetzer	Mittelwert- umsetzer
Vorteil	Hohe Umsetzgeschwindigkeit $10^4 \dots 10^8$ Werte/s	hohe Störspannungsunterdrückung
Nachteil	Störimpulse bewirken Verfälschung der Digitalwerte	geringe Umsetzgeschwindigkeit
Umsetzverfahren	Zählmethode, Stufenmethode, direkte Methode	Spannungszeit- oder Spannungsfrequenz-Umsetzer

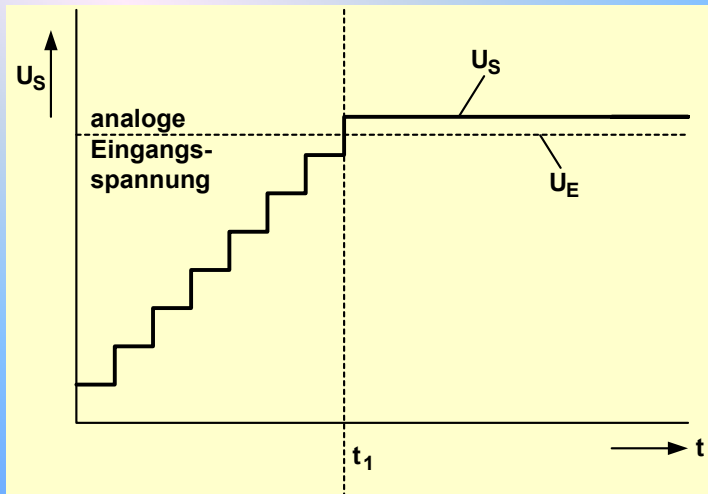


Momentanwert-Analog-Digital-Umsetzer nach dem Zählverfahren

Prinzipieller Aufbau



Verlauf der Spannung

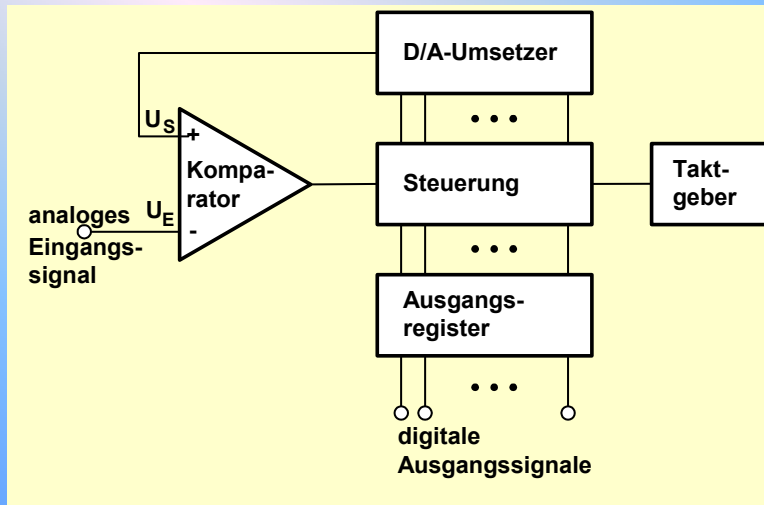


Umsetzzeit T ist abhängig von

- * Taktfrequenz f
 - Einschwingverhalten DAU's
 - Schaltgeschwindigkeit des Komparators
- * Eingangsspannung
- * Wortlänge des digitalen Ausgangs
- * $2n$ Schritte (n : Wortlänge in Bit)

Momentanwert-Analog-Digital-Umsetzer nach der Stufenmethode

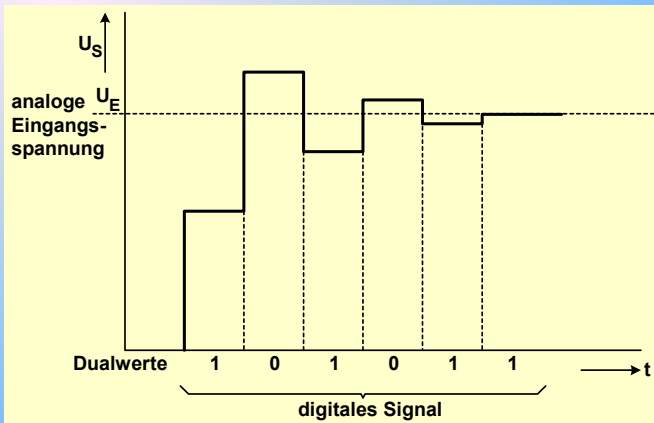
Prinzipieller Aufbau



Vorgehensweise

- * Steuerung setzt höchstwertiges Bit (MSB = Most significant Bit)
- * U_S am Ausgang des DAU's
- * Vergleich mit U_E
- * ist $U_E > U_S$ bleibt MSB gesetzt, sonst zurückgesetzt
- * Verfahren wird für die weiteren Bits wiederholt
- * nach letztem Vergleich (Bit n) steht der Wert des analogen Eingangssignals digital codiert im Ausgangsregister

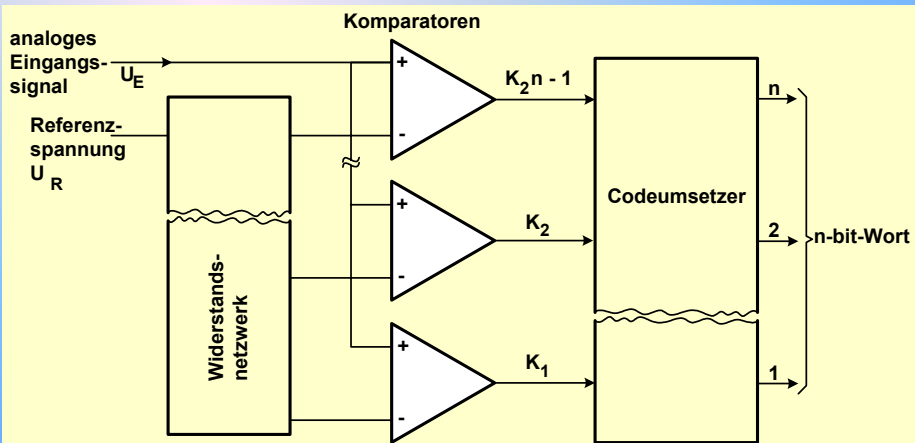
Verlauf der Spannung U_S am Komparator



Umsetzeit bei Stufenmethode konstant

- * nach n Schritten liegt Ergebnis vor
- * $T = n/f$
- * Begrenzung durch die Einschwingzeit des DAU's und die Schaltzeit des Komparators

Momentanwert-Analog-Digital-Umsetzer nach dem Parallelumsetzverfahren



Vorgehensweise

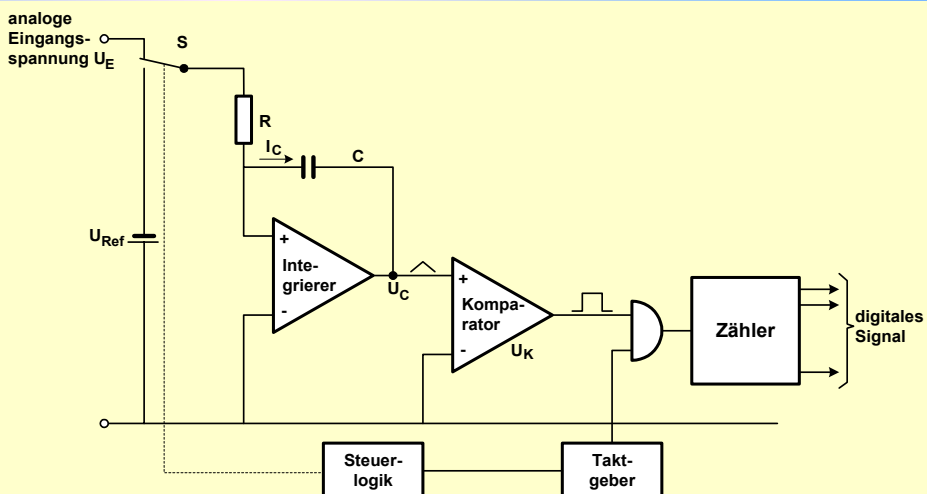
- * Eingangssignal wird auf $2^n - 1$ Komparatoren gegeben
- * Über Widerstandsnetzwerk mit Referenzspannungsquellen werden Vergleichsspannungen erzeugt
- * Umwandlung durch Codeumsetzer in n-Bit-Wort

Umsetzzeit

- * Abhängig von der Schaltgeschwindigkeit der Komparatoren und des Codeumsetzers
- * 10^8 Werte/sec
- * Sehr aufwendig, 8-Bit ADU benötigt $2^8 - 1$ Komparatoren

Integrierender Analog-Digital-Umsetzer nach dem "Dual-slope-Verfahren"

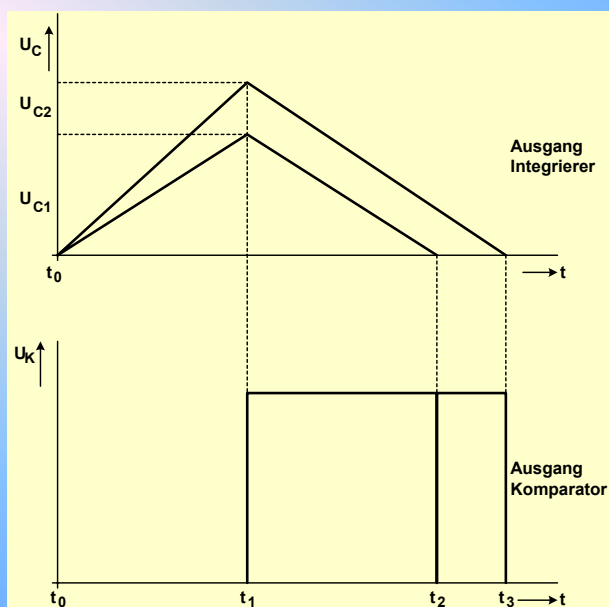
Prinzipieller Aufbau



Vorgehensweise

- ✳ Kondensator C wird von t_0 bis t_1 mit dem Strom $I_C = U_E / R$ geladen
- ✳ U_{Ref} wird am Eingang des Integrierers nach t_1 angelegt
- ✳ Kondensator C wird entladen, U_E bestimmt Zeitdauer der Entladung
- ✳ Zeit bis $U_0 = 0V$ ist direkt proportional zu U_E
- ✳ Zeitdauerermessung durch Zähler, der Impulse eines Taktgebers zählt

Signalverläufe im ADU nach dem "Dual-slope-Verfahren"



Vorteile

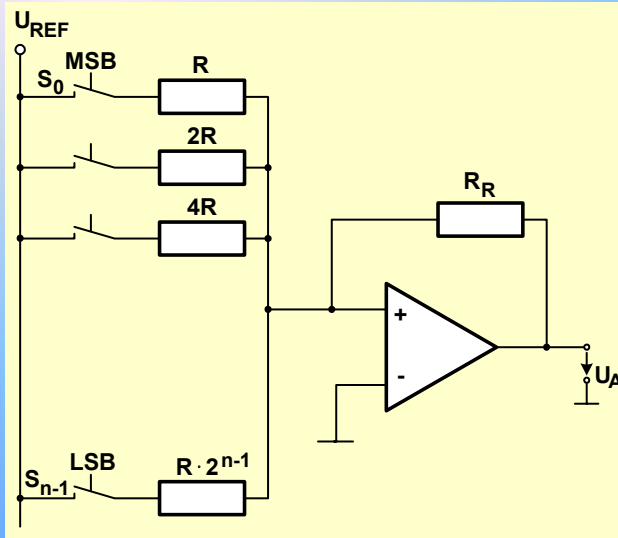
- * Langzeitveränderungen gehen nicht in die Messung ein
- * Genauigkeit ist unabhängig vom Produkt $R \cdot C$, nur abhängig von der Genauigkeit der Referenzquelle und der Operationsverstärker

Dual-slope-ADU ist ein Spannungs-Zeit-Umsetzer

Arten von Digital-Analog-Umsetzern

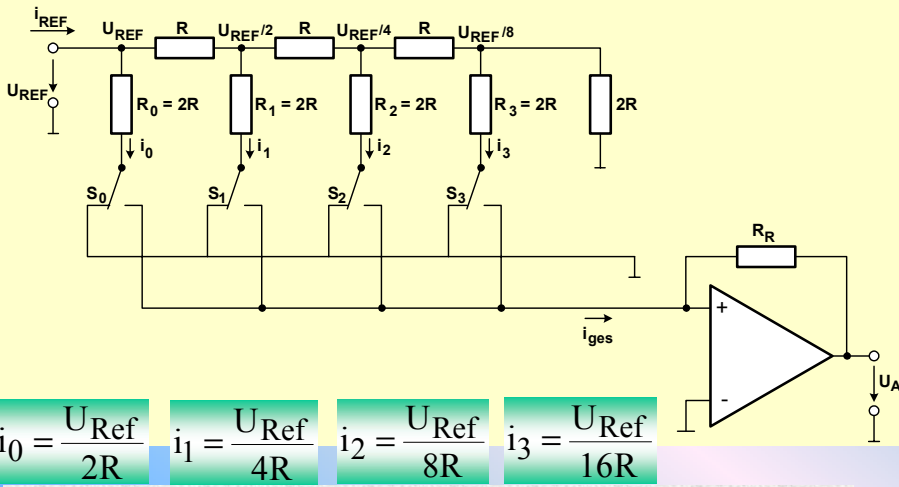
Arten der Realisierung eines DAU's mit einem Widerstandsnetzwerk

- * DA-Umsetzung durch die Summation gewichteter Ströme
- * DA-Umsetzung mit einem Leiternetzwerk

Realisierung eines DAU durch Summation gewichteter Ströme**Nachteile:**

- * stark unterschiedliche Potentiale an den Schaltern
(Bipolare Transistoren oder Feldeffekttransistoren)
- * erforderliche Genauigkeit der stark unterschiedlichen
Widerstandswerte sehr schwer einzuhalten

Realisierung eines DAU's mit Hilfe eines Leiternetzwerkes



$$i_0 = \frac{U_{Ref}}{2R}$$

$$i_1 = \frac{U_{Ref}}{4R}$$

$$i_2 = \frac{U_{Ref}}{8R}$$

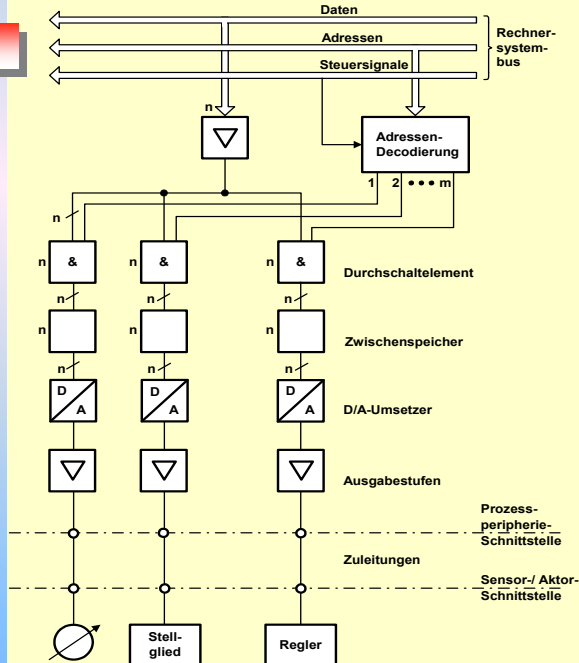
$$i_3 = \frac{U_{Ref}}{16R}$$

Ströme addieren sich je nach Schalterstellung zum Strom i_{ges}
 Operationsverstärker erzeugt U_A
 Schalter sind meist bipolare Transistoren oder Feldeffekttransistoren

Analog-Ausgabe

Umsetzung der vom Automatisierungs-Computer kommenden digitalen, zeitdiskreten Werte in kontinuierliche Signale

Prinzipieller Aufbau eines Analog-Ausgabe-Moduls



Hinweise zur Analog-Ausgabe

- * Zwischenspeicher wird benötigt, um Informationen am Durchschaltelement zu speichern
- * Analoge Stelleingriffe sehr häufig über Stellmotoren, die mit Binärsignalen über die Digital-Ausgabe angesteuert werden
- * Analoger Ausgabewert entspricht der Zeitdauer der Binärsignalausgabe

3.5 Ein-/Ausgabe von binären und digitalen Signalen

Digital-Eingabe

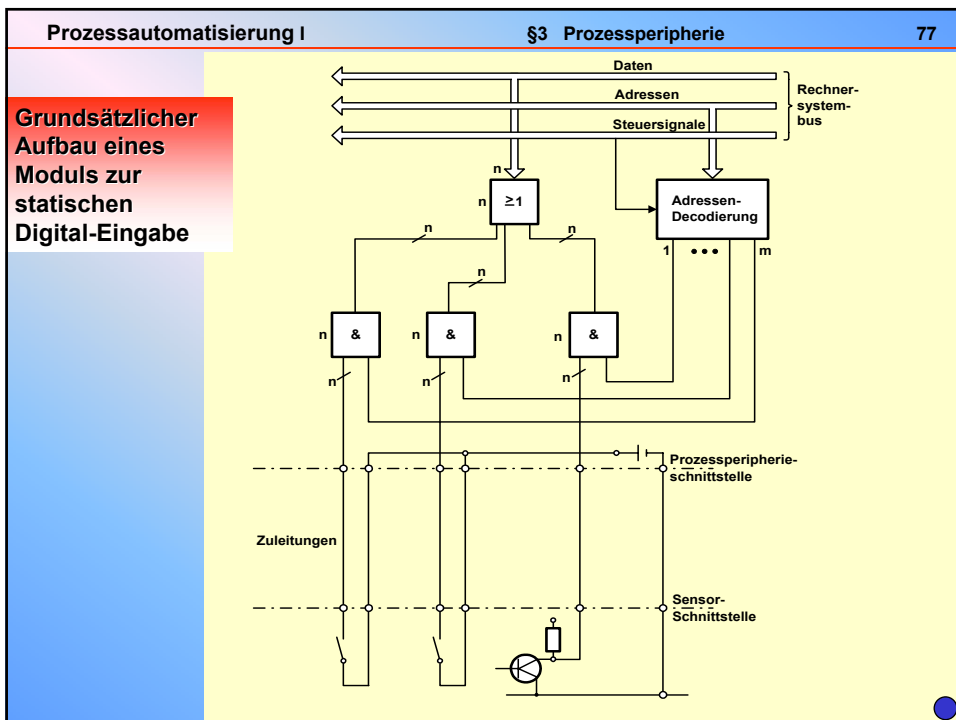
- Eingabe von einzelnen binären Prozess-Signalen
Bsp.: Endschalter, Maximalwertgeber
- Eingabe von Gruppen von binären Prozess-Signalen
Bsp.: Stellung mehrstufiger Schalter

Arten der binären Eingabesignale

- Binäre Spannungseingabe
- binäre Stromeingabe
- binäre Kontakteingabe
 - * Stromversorgung für Kontaktgeber
 - * Einrichtung zur Unterdrückung von Kontaktprellungen

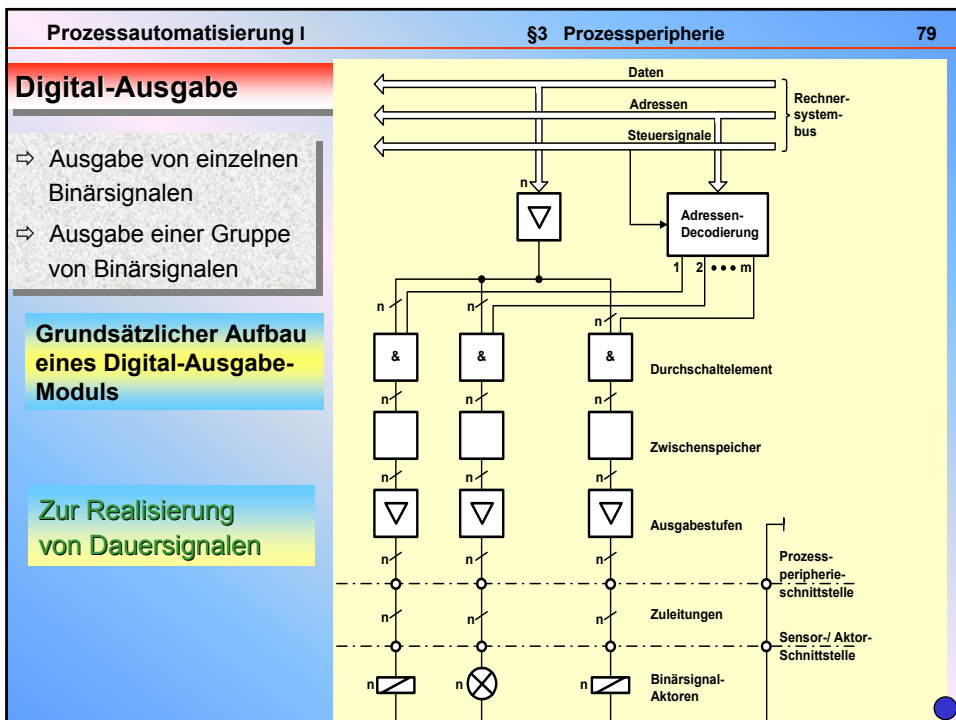
Unterscheidung bezüglich Signalparameter

- **Statische Digital-Eingabe**
 - * High and Low für binäres Signal entsprechen den zwei Zuständen
- **Dynamische Digital-Eingabe (Impulseingabe)**
 - * Flanken des Signals dienen als binäre Signalparameter
 - * Übergang von High auf Low und umgekehrt setzt zugeordnetes Speicherelement
 - * Spontane Digital-Eingabe falls Interrupt ausgelöst wird



Eingabeoperation in zwei Schritten

1. Bereitstellung der Adresse der Binärsignale, die zu einer Gruppe zusammengefasst sind, auf dem Adressbus
2. Durchschalten der adressierten Binärsignale zum Datenbus



Arten der binären Ausgabesignale

- Spannungsausgabe
- Stromausgabe
- Ausgabe potentialfreier Kontaktstellungen

Durchführung von Digital-Ausgaben

- Ausgabesignal vom Prozess-Rechner ist nur dann gültig, wenn entsprechende Adresse an Adressbus anliegt
- Ansteuerung von Geräten (Schütze, Relais, Lampen) benötigen Dauersignal als Eingangssignal

⇒ Zwischenspeicher

Ausgabeoperation in drei Schritten

1. Bereitstellung der Adresse des auszugebenden Wortes
2. Ausgabe der angewählten Binärsignale in den Zwischenspeicher
3. Ausgabe des Dauersignals aus dem Zwischenspeicher an das angeschlossene Gerät

3.6 Störbeeinflussungen auf Prozess-Signalleitungen

Arten von Störbeeinflussungen

Amplitudenanaloge Sensoren

⇒ Störbeeinflussung Sensor

⇒ Verfälschung der Information

⇒ Störbeeinflussung Prozess-Signal-Eingabeleitungen

Empfindlichkeit gegenüber Störeinflüssen um so größer, je höher die Verarbeitungsgeschwindigkeit ist

Störspannungen auf Prozess-Signalleitungen

- * Beeinflussungen von in der Nähe vorbeiführenden Energieleitungen (induktive oder kapazitive Kopplung)
- * Geräte, die elektromagnetische Felder erzeugen z.B. Schweißmaschinen, Transformatoren, Leistungsschalter, Elektromotoren mit Bürsten
- * Umwelteinflüsse z.B. Gewitter, statische Entladung bei Berührung der Messeinrichtung durch eine aufgeladene Person

Wege von Störspannungen in das Prozessrechensystem

- * über die Prozess-Signal-Eingabeleitungen
- * über die Prozess-Signal-Ausgabeleitungen
- * über die Netzversorgungsleitungen

Beeinflussungen bei Störspannungen auf Eingabeleitungen

- * Gegentakt-Störspannungen ("normal-mode-Störungen")
 - Überlagerung zu dem erfassenden Prozess-Signal
- * Gleichtakt-Störspannungen ("common-mode-Störungen")
 - gleichsinnige Beeinflussung der beiden Eingangsleitungen in Bezug auf das Bezugspotential

Gegentakt-Störbeeinflussung

Entstehung

- Störspannungen im Messkreis
 - * Driftspannung im Messwertumformer
 - * Thermospannung an Kontakten
 - * kapazitive und induktive Beeinflussung auf Signalleitungen
- Kapazitive und induktive Einstreuungen auf Signalleitungen

Gleichtakt-Störbeeinflussung

Hauptursache für Gleichtakt-Störspannungen: Erdpotentialdifferenzen

Idealzustand

Symmetrie von Zuleitungswiderständen und Eingangswiderständen

⇒ keine Auswirkungen der Gleichtakt-Störspannungen

Realer Zustand

Unsymmetrie

⇒ Gleichtakt-Störspannung erzeugt Gegentakt-Störspannung

⇒ Verfälschung Messwert

3.7 Maßnahmen gegen Störbeeinflussungen

Übersicht

- Verhindern, dass Störspannungen auftreten
- Eliminierung der überlagerten Störspannungen

Elektro-magnetische Verträglichkeit (EMV)

- * Maßnahmen, um elektronische Gerätesysteme störsicher zu machen
- * Aufbautechniken, die Störfeldstärken unter vorgegebene Grenzwerte halten ("Bestimmungen für die Funkentstörung von Hochfrequenzgeräten und -anlagen" VDE 0871) und ("Bestimmungen für die Funkentstörung von Geräten, Maschinen und Anlagen" VDE 0875)

Völliger Ausschluss von elektromagnetischen Störern auf den Übertragungswegen

➔ *Lichtwellenleiter*

Maßnahmen gegen elektromagnetische Beeinflussung elektrischer Prozess-Signale

- * Räumliche Trennung von Signalleitungen und störenden Fremdleitungen

Richtwerte für Abstände zwischen Prozess-Signalleitungen und Energieleitungen

Energieleitungen (Nennspannung, Nennstrom)		Mindestabstand zu Signal- leitungen
220 V	50 A	50 cm
380 V	200 A	60 cm
5 kV	1000 A	120 cm

- * Verdrillung der Energieleitungen und der Signalleitungen zum Schutz gegen induktive Störbeeinflussungen
Richtwert 20-30 Umschlingungen/m
- * **Abschirmung ist teuerste Sicherheitsmaßnahme**

Grobe Regeln

- Analoge Mess-Spannungen > 100 mV und bei Binärsignalen
→ **gemeinsame Abschirmung aller Aderpaare eines Signalkabels**
- analoge Mess-Spannungen < 100 mV
→ **jedes einzelne Aderpaar für sich abschirmen**
- besonders starke Magnetfelder im Bereich der üblichen Netzfrequenzen
→ **doppelte Schirmung**

Störbeeinflussung innerhalb von Prozess-Signal-Ein-Ausgabeeinheiten

- Beeinflussung der Prozess-Signal-Eingänge durch Störspannungen auf den Prozess-Signal-Ausgabeleitungen
- Beeinflussung durch Störspannungen auf den Netzzuleitungen

Maßnahmen

- Räumliche Trennung zwischen Prozess-Signal-Eingangs- und Ausgangskabeln
- Zuführung der Netzleitung über Netzfilter

Einsatz von Lichtwellenleitern

Hauptvorteile

- * Unempfindlichkeit gegen elektromagnetische Störfelder
- * sichere Potentialtrennung zwischen Sensor bzw. Aktor und dem Automatisierungs-Computersystem
- * große Übertragungsbandbreite
- * keine Funktionsbildung
- * geringes Gewicht und kleine Abmessungen

Nachteile

- * Zug- und Druck-Empfindlichkeit
- * Realisierung von lösbaren Verbindungen ist schwierig und aufwendig

