

Prüfungsfragen Prozessleittechnik

Steffi Klinge

1. Januar 2007

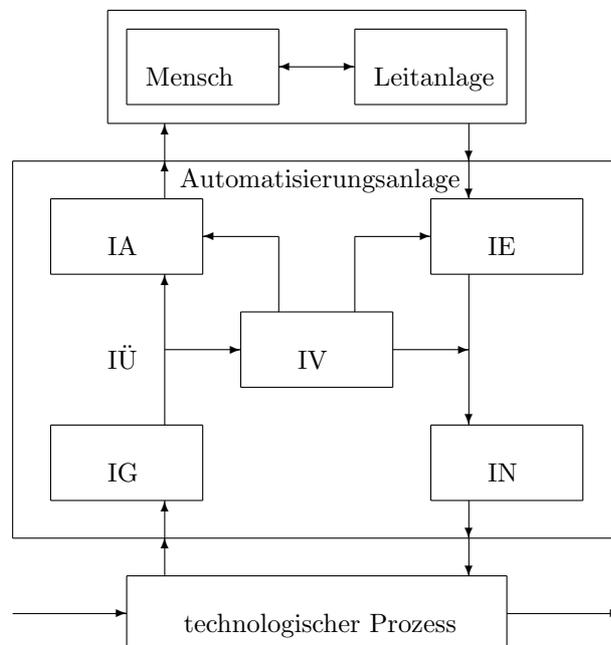
1 Automatisierungssystem

1. Beschreiben Sie die wichtigsten Funktionen einer Automatisierungsanlage. Wie hängen diese Funktionen zusammen?

Eine Automatisierungsanlage ist ein technisches Mittel zur Messwernerfassung, Stellwertausgabe und Prozessvisualisierung. Ihre wichtigsten Aufgaben sind

- Informationsgewinnung (IG) mit Hilfe von Messungen (Messfühler, Zähler)
- Informationsübertragung (IÜ) mit Leitungen, Verstärker und Filtern
- Informationsverarbeitung (IV)
Messwertaufbereitung → Schwellwertüberwachung → evt Regelung durch Soll-Ist-Vergleich → Steuerung durch SPS und Rechnungen
- Informationsnutzung (IN) durch Ansteuern von Stelleinrichtungen (Stellglieder, Stellantriebe mit Rückmeldung an Leitstelle)
- Informationsein- und ausgabe (IE, IA) durch Menschen (HMI) mittels Bildschirm, Drucker, Messwertanzeige, Grenzwertmeldung und Stell- oder Parameterwerteingabe

Sie hängen folgendermaßen zusammen.



2. Wie beeinflusst der Grad der Automatisierung die Mensch-Maschine-Schnittstelle (MMS oder HMI) eines Automatisierungssystems?

Prozesse können schwach, mittel oder voll automatisiert werden.

- a) schwach automatisierte Prozesse
 - Fernüberwachung von Prozessgrößen
 - Fernbetätigung von Stellgrößen
 - alle Regelkreise und Optimierungsalgorithmen über Menschen
 - starke Kopplung mit Prozess → HMI nahe am Prozess
 - hohes Fachwissen und schnelle Reaktionszeit erforderlich
 - hoher Informationsfluss über HMI
 - viele Melde- und Eingriffsorgane
 - Messgeräte, Signalplan und Schalter
- b) mittel automatisierte Prozesse
 - Regelkreise teilweise über technisch realisierte Regelalgorithmen geschlossen
 - an HMI werden Zustandsmeldungen ausgegeben und Sollwerte eingegeben
 - Mensch kann Prozess nach Plan durchführen und optimieren
 - losere Kopplung mit Prozess → HMI weiter vom Prozess entfernt
 - Prozess (unoptimiert) auch ohne Mensch funktionsfähig
 - Zwischenstufe: Operationguide schlägt Aktionen vor, die vom Menschen bestätigt, abgelehnt oder verändert werden können
- c) voll automatisierte Prozesse
 - Regelkreise und Optimierung über technisch Mittel geschlossen
 - menschliche Eingriffe beschränkt (Start, Stopp, strategische Eingriffe, Sonderfälle)
 - Meldungen beschreiben Systemzustand und Strategie global
 - schwache Kopplung mit Prozess → HMI weit vom Prozess entfernt
 - Prozess vollständig ohne Mensch funktionsfähig

3. Was beschreibt ein R&I-Fließbild? Zeigen Sie ein Beispiel! Nennen Sie typische Größen und deren Kennzeichen!

In einem R&I-Fließbild werden Rohrleitungen, Apparate und Instrumente einer Anlage in einer international verständlichen, standardisierten Weise dargestellt. Typische Größen sind Messgrößen, wie z.B.

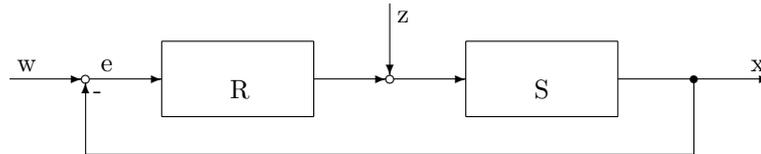
- Druck (P)
- Temperatur (T)
- Füllstand (L)
- Qualitätsgrößen (Q).

Mittels Ergänzungs- und Folgebuchstaben, wie z.B.

- Differenz (D)
- Verhältnis (V)
- Summe (Q)
- Anzeigen (I)
- Registrieren (R)
- Rechnen (Y)
- Alarm (A),

können weitere Informationen dargestellt werden.

4. Wie ist die prinzipielle Struktur eines Regelkreises unter Beachtung der gerätetechnischen Umsetzung?



Der Regler (R) besteht aus Befehlseinheit, Recheneinheit, Verstärker und Stellantrieb, die Regelstrecke (S) aus Stellglied und Anlage.

5. Welchen Unterschied gibt es zwischen Regeln und Steuern? Charakterisieren Sie diesen!

Bei einer Steuerung wird auf die Regelstrecke mittels eines Steuergliedes eingewirkt. Der Steuerbefehl wird von Außen gegeben. Es erfolgt kein Vergleich von Soll- und Istwert (feedforward control). Störungen können, sofern sie nicht messbar sind und bei der Steuerung berücksichtigt werden, nicht ausgeglichen werden.

Bei einer Regelung wird die Stellgröße mittels eines Reglers ermittelt, der den von Außen vorgegebenen Sollwert mit dem gemessenen Istwert vergleicht und die Stellgröße entsprechend anpasst. Dadurch können auch nicht messbare Störungen ausgeglichen werden.

6. Benennen Sie prinzipielle Strukturen eines Prozessleitsystems!

Prinzipiell gibt es drei mögliche Strukturen. Sie ist abhängig von der Art des Prozesses und dem Umfang der Aufgabe.

a) Parallele Systeme

- jahrzentelang bewährt
- pneumatische oder elektrische Hilfsenergie nötig
- Kompaktregler für jeden Regelkreis mit Regler, Anzeige und Leitgerät
- Analogverarbeitung setzen Grenzen bei Auswahl und Genauigkeit der Signalverarbeitung
- Ablauf- und Verknüpfungssteuerung meist nicht integrierbar
- Probleme bei Anordnung und Übersichtlichkeit in zentralen Leitständen da Überwachung und Führen sehr vieler Regelkreise

b) dezentrale Systeme

- heute vorherrschend eingesetzt
- Digitalrechner bearbeitet zyklisch Regelkreise (Istwertabfrage, Regelabweichungsberechnung, Reglerfunktionanwendung, Stellwertausgabe)
- Kommunikation mit dem Prozess über Farbbildschirm
- gelieferte Informationen den Bedürfnissen angepasst
- vorprogrammierte Funktionen
 - * Regelung, Steuerung, Überwachung, Bedienung
 - * mittels Bildschirm und Tastatur verknüpft, konfiguriert
 - * mit Regelparametern, Grenz- und Rechenwerten versorgt, parametrisiert
- Berechnungen (digital) so genau wie gewünscht
- Verknüpfung, Korrekturen und Optimierung in weiten Grenzen

c) zentrale Systeme

- in den 1960er Jahren
 - * die ursprünglich in sie gesetzten Erwartungen nicht voll erfüllt
 - * alle Regelkreise von einem Prozessrechner zyklisch bearbeitet
 - * Kommunikation über Bildschirme
- freie Programmierbarkeit
 - * keine Grenzen (hohe Erwartungen wie selbsttätige Optimierung ganzer Produktionsstränge)
 - * aber auch viele Fehlermöglichkeiten

- * Spezialisten erforderlich für Programmierung und Änderungen
- zentrale zuverlässigkeitssensible Komponenten
 - * bei jeder Störung → Abstellen der gesamten Anlage
 - * Einsatz aufwendiger, meist nicht völlig befriedigender Redundanzkonzepte
- heute
 - * leistungsfähige Redundanzmaßnahmen integriert und vorprogrammiert
 - * modulare Software
 - * Systeme nicht mehr mit denen der 1960er vergleichbar
 - * Unterschiede zu dezentralen Systemen verwischen

7. Welche Arten von Hilfsenergien kennen Sie und welche Nutzungseigenschaften haben diese?

Die drei wichtigsten Arten sind elektrische, hydraulische und pneumatische Hilfsenergie.

- elektrische Hilfsenergie
 - Standardinterface: 220V, 50Hz Wechselspannung oder 24V Gleichstrom
 - Einheitssignale: 4 – 20mA oder 0 – 10V
 - Vorteile
 - * mechanische Speicherung (Sollwert)
 - * große Entfernungen
 - * fast überall verfügbar
 - * schnell (Lichtgeschwindigkeit)
 - * Realisierung komplexer Funktionen
 - * elektrische Messgrößen
 - * Modulanweisung (Austauschbarkeit)
 - * umweltverträglich
 - Nachteile
 - * Explosionsgefahr
 - * wenig Kraft (geringe Drehzahl)
 - * nicht überlastsicher
 - * geschlossenes System
 - * Rechenfunktion eingeschränkt
- hydraulische Hilfsenergie
 - Interface von Anwendung abhängig
 - Vorteile
 - * sehr große Kräfte realisierbar
 - Nachteile
 - * Kreislaufsystem
 - * feuergefährlich
 - * nur einfache Funktionen realisierbar
 - * umweltschädlich
 - * langsam (Schallgeschwindigkeit)
- pneumatische Hilfsenergie
 - Signalpegel: 20 – 100kPa
 - Vorteile
 - * keine Explosionsgefahr
 - * einfache Kraftwirkung (robust)
 - * weltweiter, einheitlicher Standard
 - * offenes System (übersichtlich, zuverlässig, überlastsicher)

- * höher Funktionsumfang (+, -, ·, /)
- * mittlere Kräfte über Messumformer und Regler
- Nachteile
 - * geringe Entfernung
 - * Erzeugung vor Ort
 - * langsam (unter Schallgeschwindigkeit)
 - * Speicherung nur mit Notstrom

8. Stellen Sie das Ebenenmodell der Prozessleittechnik dar und ordnen Sie den Ebenen prinzipielle Funktionen zu!

Ein Prozess ist (von oben nach unten) in folgende Ebenen aufgeteilt. Dabei ist keine Ebene ohne die andere funktionsfähig oder zu überspringen.

- Betriebsleitebene: betriebswirtschaftliche und politische Entscheidungen
- Produktionsebene: betriebswirtschaftliche, logistische und dispositive (just in time) Entscheidungen
- Prozessleitebene: Führen von Prozessen, Überwachung, MSR, Steuerung, Leitsystem
- Feldebene: Messwerterfassung-/übertragung, Stelleingriffe, Sensoren, Aktoren
- Prozess

2 Automatisierungsgeräte auf Prozessrechnerbasis

9. Welche Bestandteile hat ein Automatisierungsgerät auf Prozessorbasis?

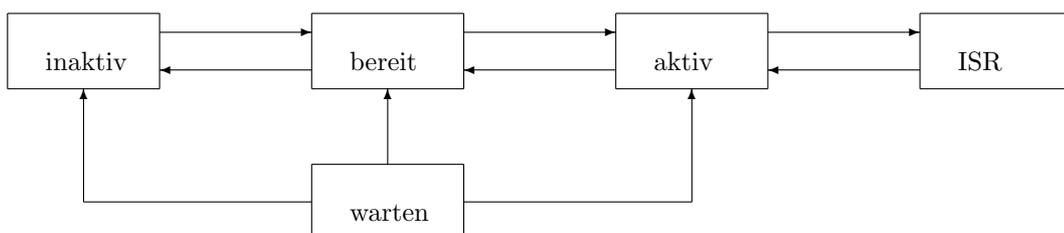
- Spannungsversorgung
- Zentraleinheit → Prozessor, RAM, ROM
- Programmspeicher
- analoge Eingabe: Verstärker, Filter, Multiplexer, Sample&Hold, ADU
- analoge Ausgabe: DAU, Demultiplexer, Sample&Hold, Leistungsverstärker
- digitale Eingabe: Aschwächung, Verstärkung, Filterung, Potentialtrennung
- digitale Ausgabe: Potentialtrennung, Verstärkung
- Bus (Steuerbefehle, Daten, Adressen)

10. Welche besonderen technischen Merkmale führen zur Eignung eines Mikrorechners als Prozessrechner für die Echtzeitverarbeitung?

Echtzeitfähig bedeutet, dass garantiert ist, dass eine maximale zeitliche Schranke bis zum Ablauf der Informationsverarbeitung nicht überschritten wird. Dazu muss das Systemverhalten vorhersehbar und deterministisch sein. Es wird zwischen weicher und harter Echtzeit unterschieden.

Soll eine Aufgabe in Echtzeit nicht von einer SPS sondern von einem Mikrorechner bewältigt werden, sollte dieser die Arbeitsweise einer SPS nachahmen. Er muss interruptfähig (durch äußere Signale oder zeitgesteuert) sein.

11. Beschreiben Sie die Funktionsweise eines Tasksystems von mikrorechnerbasierten Automatisierungssystemen!



Immer genau ein Task ist aktiv. Eine zentrale Organisationseinheit (CPU) steuert den Ablauf. Tasks können unterbrochen, abgearbeitet und wiederaufgenommen werden.

12. Erläutern Sie die Begriffe „preemptive“ und „non-preemptive“!

Tritt ein Interrupt auf, kann dieser sofort abgearbeitet werden. Der laufende Task wird dabei unterbrochen und nach Abarbeitung der Interrupt Service Routine (ISR) weiterabgearbeitet. Dies nennt man „preemptive“.

Bei der „non-preemptive“-Abarbeitung wird der Interrupt in eine Warteliste geschrieben und erst abgearbeitet, wenn der laufende Task beendet ist.

13. Erläutern Sie den geräteinternen (d.h. nur im digitalen Bereich) Signalfluss der Funktionenkette vom Sensor zum Aktuator!

Der Signalverlauf geht prinzipiell über folgende Stufen:

Sensor → Filter → Sample and Hold → ADU → Verarbeitung → Steuerung → Algorithmus → DAU → Stellsignal → Aktuator

Die Verarbeitung besteht aus Kalibrierung zur Anpassung des Messbereiches, Linearisierung, Skalierung, Filterung, Grenzwertkontrolle und Hand-/ Automatikwahl.

14. Beschreiben Sie beispielhaft die Signalkette für Temperatur und Druck!

15. Nennen Sie zwei typische technologieunabhängige Funktionen und erläutern Sie diese im Detail!

Zwei technologieunabhängige Funktionen sind beispielsweise die Diskretisierung und Failsafe.

16. Erläutern Sie beispielhaft die Arbeitsweise einer SPS!