

PRAKTIKUN CHEMIEINGENIEURWESEN I

Sequentielle Steuerung

Leiter: Fredy Mettler

HCID 182.5

fredy.mettler@chem.ethz.ch Tel 24527

1. Zielsetzungen

Der Student soll

- einen bestehenden apparativen Aufbau (Kaffeemaschine) analysieren und dabei die Massen-, Energie- und Informationsströme identifizieren.
- den gewünschten Prozess (Kaffee kochen) analysieren und dabei die Prozessschritte und insbesondere die für die Kontrolle des Ablaufs nötigen Prozessinformationen charakterisieren.
- durch Diskretisierung der verfügbaren analogen Messdaten einen geeigneten Satz von Inputvariablen zur Steuerungslogik definieren.
- durch die Analyse der Prozessschritte diejenigen Informationen definieren, welche gespeichert werden müssen.
- die so definierte Steuerungslogik als Flussdiagramm darstellen.
- den LabView Automaten im praktischen Experiment einsetzen.

2. Grundlagen

Die Formulierung der Theorie der Automaten basiert auf Begriffen der Mengenlehre und Relationen. Für diesen Versuch sollen die minimal nötigen Begriffe definiert werden. Es werden die Grundlagen zum Zustands-Automat gezeigt, sowie das von Labview verwendete Konzept beschrieben.

2.1 Systembeschreibung

Ein System im Sinne der Regelungstechnik ist charakterisiert durch:

Eingangsvariable: $u(t)$, bzw. $u(k)$

Zustandsvariable: $x(t)$, bzw. $x(k)$

Ausgangsvariable: $y(t)$, bzw. $y(k)$

2.1.1 Messvariable (y)

Ein Beispiel aus unserem Prozess soll das Wesen der Messvariablen y verdeutlichen. Das Niveau des Boilers wird zusammen mit den anderen Messdaten mit einer gewissen Abtast-Frequenz erfasst. Diese Meldung liegt ursprünglich als Spannung vor, welche von einem eingesetzten Druckfühler

geliefert wird (Analoges Signal). Dieses wird vom in den Computer eingebauten Analog-Digital-Wandler (AD-Wandler) in eine Zahl übersetzt. Die digitale Steuerung soll nun diese Zahl weiterverarbeiten.

2.1.2 *Steuervariable (u)*

Die eigentliche Steuerung erfolgt durch Eingriffe des Automaten in den Prozess, in dem die Werte der Variablen u in jedem Zeitschritt von der Steuerung anhand der Funktion $g(x(k-1), y(k))$ vorgegeben werden. In unserem Beispiel sind die binären Schalterstellungen der steuerbaren Geräte: Kaffeemühle, Heizungen, Ventile.

2.1.3 *Zustandsvariable (x) der Steuerung*

Die Zustandsvariablen werden für zwei Konzepte benötigt:

- Zur Einhaltung der Reihenfolge von Prozess-Schritten.
- Zur Modellierung nicht gemessener Zustände der Apparatur.

Reihenfolge: Viele Prozesse haben eine definierte Reihenfolge der Prozessschritte. Um eine Reihenfolge einhalten zu können, muss der Steuerung zu jedem Zeitpunkt bekannt sein, welcher Schritt zuletzt vollzogen wurde, damit eine eindeutige Bestimmung des nächsten Schrittes vorgenommen werden kann. Dies zeigt sich normalerweise in einer Komponente der Zustandsvariablen x , welche die Schrittnummer enthält. Ist es zudem so, dass einzelne Prozessschritte mehrmals durchlaufen werden sollen (z.B. eine Tasse füllen), so kann dieser "Iterations-Zähler" als zusätzliche Komponente der Zustandsvariable implementiert werden.

Die Zustandsvariable der Steuerung enthält also die auf das Wesentliche reduzierten, verdichtete Angaben über die Vergangenheit des Prozesses.

Modellierung: Um einen Prozess zu steuern, ist es notwendig, alle für den Prozessablauf notwendigen Apparatur-Zustände zu kennen. Einige dieser Zustände schlagen sich in der Messvariable y nieder. Andere aber sind für die Steuerung nicht zugänglich (z.B. die Menge gemahlene Kaffees). Dieses Problem wird mit der Verwendung eines Modells der Apparatur gelöst. Es ist beispielsweise bekannt, dass die Menge gemahlene Kaffees m_K der Beziehung gehorcht:

$$m_K = r_M \cdot \Delta t$$

mit r_M als Menge Kaffeepulver, welche die eingeschaltete Mühle pro Zeiteinheit liefert. Ebenso nehmen wir andere implizierte Modelle in der Steuerung an, wie z.B. dass Kaffee, wenn man ihn in einem beheizten Gefäß aufbewahrt, nicht abkühlt, oder dass in einen Kaffeefilter gegossenes Wasser mit einer gewissen Geschwindigkeit in das darunterliegende Gefäß gelangt. All diese Größen (Menge Kaffeepulver, Temperatur des Kaffees, Niveau des Kaffees im Vorratsgefäß,...) werden nicht gemessen, können jedoch in einem Modell

approximiert werden. Die entsprechenden Grössen können von der Steuerung nachgeführt werden, aber nur, wenn sie die Möglichkeit hat, ihre neuesten Werte zwischen den einzelnen Zeitschritten zu speichern. Dies kann sie mit der oben eingeführten Zustandsvariablen x .

Die Zustandsvariable der Steuerung enthält ebenfalls Grössen für die Modellierung von nicht messbaren Apparatzustände.

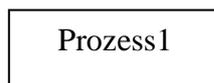
3. Flussdiagramm

Das Flussdiagramm besteht aus folgenden Elementen:

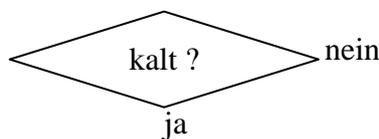
- Start, d.h. die Immission der Daten in der Maschine;
- Ende, d.h. die Transmission von dem Ergebnis seitens der Maschine

Unsere Diagramme stellen sich so dar:

- in einem Viereck stehen Meldungen wie z.B.:



- im Rhombus, ist die Wahl zwischen zwei Möglichkeiten (Ja oder Nein) wie z.B.:



- die Pfeile zeigen den zu folgenden Weg.



Ein Flussdiagramm zu erstellen, bedeutet, einen Prozess darzustellen. Ein Beispiel ist in der Beilage.

4. Die Anlage

Der Aufbau ist möglichst klar und einfach realisiert worden. Das "Endprodukt" Kaffee ist trinkbar.

4.1 Analoge Messgrössen

- Temperatur Boiler
- Temperatur Wärmer
- Niveau im Boiler
- Gewicht auf der Waage

4.2 Digitale Eingaben (Schalter)

- Home (Startposition des Filters, Endschalter)
- Mahlen (Filterposition unter der Mühle)
- Brühen (Filterposition unter dem Boiler)
- Kippen (Filter wird gekippt, Endschalter)
- Knopf "OK" auf dem Hauptpanel (Software)

4.3 Digitale Ausgaben (Stellgrößen)

- Wasserventil (füllt den Boiler)
- Heizung Boiler (min. 1100ml Wasser)
- Heizung Wärmer
- Mahlen (Mühle ein)
- Brühen (Ventil leert den Boiler durch den Filter in den Wärmer)
- Dosieren (Ventil leert den Wärmer in die Tasse)
- Motor links (verschieben des Filters)
- Motor rechts (verschieben des Filters)

5. Versuchsablauf

Bearbeitet wird das VI (Virtuelle Instrument) PROZESS.VI.

Jeder einzelne "CASE" muss fertig verdrahtet werden. Jede Leitung braucht **genau eine** Signalquelle. Daraus folgt: in jedem "CASE" müssen alle Ausgänge mit Signalen belegt werden. Sind alle für diesen "CASE" bestimmte Ereignisse eingetreten, wird der Leitung "Variable Neu" der Wert des neuen "CASE" zugeführt. Es ist sinnvoll in der Meldung eine Kurzbeschreibung der jeweiligen Aufgabe zu notieren.

Entscheide können mittels der Compare-Bausteinen getroffen werden.

Für Zeit abhängige Funktionen steht ein Timer zur Verfügung.

Mehrere Variablen können mit Werten belegt, inkrementiert und gelesen werden.

Während den ersten Versuchen ist die Temperatur des Boilers und des Wärmers bei ca. 40 Grad C zu halten. Das verringert die Wartezeit beim Aufheizen. Die Mahlzeit soll in der Testphase ca. 3 Sekunden betragen.

Auch wenn einige Sicherheitseinrichtungen den Betrieb der Anlage sicher machen, so sind doch alle Ein- und Ausschaltungen zu programmieren.

Werte für Kaffee:

Wasser: ca. 150ml/Tasse

Mahlen: 40 Sekunden

Gutes Gelingen, zum Wohl!