

## Thema: Lastenheft für eine Espressomaschinen-Steuerung

Betreuende(r) DozentIn:

Dipl.-Ing. Armin Rohnen LbA, [rohnen@hm.edu](mailto:rohnen@hm.edu), Tel: 089 33 98 46 77, B0273

### 1. Aufgabenstellung

Für die Entwicklung einer hochwertigen Espressomaschine soll das Lastenheft einer Systemsteuerung erstellt werden. Als  $\mu$ Computer ist eine Raspberry-Variante vorgesehen. Die Espressomaschine soll in den Varianten 1-, 2- oder 3-gruppig realisiert werden. Entsprechend ist die Steuerungselektronik modular aufzubauen.

Das Lastenheft der Espressomaschinen-Steuerung ist die Ausschreibungsgrundlage der späteren Platinen- und Softwareentwicklung.

### 2. Hintergrund

Für versuchstechnische Untersuchungen ist eine labortechnische Siebträger-Espressomaschine konzipiert und wird derzeit in Betrieb genommen.

Für die weitere Entwicklung der Espressomaschine wird eine Systemsteuerung benötigt. Als  $\mu$ Computer ist eine Raspberry-Variante vorgesehen. Die Espressomaschine soll in den Varianten 1-, 2- oder 3-gruppig realisiert werden. Entsprechend ist das Platinenlayout modular aufzubauen.

Für die spätere Platinenentwicklung ist zuvor die Festlegung und Beschreibung des Steuerungskonzepts erforderlich.

### 3. Funktionsumfang (soweit definiert)

- Hauptschalter
- Netzteile
- Spannungssollwert für Heizungsregler (Leistungsregler/Kaufteil) und Druckmessung (7) für Druckregelung am Dampfboiler
- Spannungssollwerte für Heizung und Temperaturmessung (8) für Temperaturregelung der Kaffee- und des Heißwasserboiler
- Kaffeebezug (1) eine Tasse je Brühgruppe
- Kaffeebezug (1) zwei Tassen je Brühgruppe
- Dampfbezug (2)
- Tassenbeheizung (3)
- Teewasserbezug (4)
- Spülen (5) je Brühgruppe
- Füllstand (10) am Dampfboiler
- Schalten Förderpumpe (6)
- Schalten von Magnetventilen über Solid-State-Relais
- Taster und Drehschalter für Sollwert vorgaben

- Prüfung der Wasserqualität
- Systembefüllung

#### (1) Kaffeebezug

Für den Kaffeebezug erfolgt eine Wägung (7) (Tara), danach erfolgt die Einschaltung der Förderpumpe bei gleichzeitigem Schalten der zugehörigen Magnetventile und Regelung eines Durchflussventils um einen definierten Volumen-Zeitverlauf zu erhalten. Die Kaffeemenge wird über die weitere Wägung ermittelt. Bei Erreichung der definierten Kaffeemenge wird der Vorgang abgeschaltet.

Das Kaffeewasser wird über einen Wassermischer auf Bezugstemperatur gebracht

Messgrößen für den Kaffeebezug:

- 2x Wägezelle
- Druck
- Temperatur im Wassermischer

Sollwertgrößen (Eingaben) für Kaffeebezug:

- Wassertemperatur (Vorgabe aus wählbaren Preset, Sollwert, Manuell per Hebel)
- Preinfusionszeit (Vorgabe aus wählbaren Preset, Sollwert, Manuell per Hebel)
- Durchflussrate (Vorgabe aus wählbaren Preset, Sollwert, Manuell per Hebel)

Stellgrößen für den Kaffeebezug:

- Dosierventil Heißwasser
- Dosierventil Kaltwasser
- Magnetventil Wassereinlass
- Magnetventil Wassermischer Bypass
- Magnetventil Brühgruppe Bypass
- Magnetventil Brühgruppe Zulauf
- Magnetventil Leitungsbelüftung

#### (2) Dampfbezug

Der Dampfbezug öffnet das Magnetventil für den Dampf. Zuvor wird ein Bypass in die Abtropfschale betätigt um das Kondensatwasser abzulassen.

Messgrößen für den Dampfbezug:

- Druck im Dampfboiler
- Füllstand im Dampfboiler

Sollwertgrößen (Eingaben) für Dampfbezug:

- Druck im Dampfboiler

Stellgrößen für den Dampfbezug:

- Magnetventil Dampf
- Magnetventil Kondensatablass

(3) Tassenbeheizung

Die Tassenbeheizung erfolgt durch Dampf aus dem Dampfboiler.

Stellgrößen für die Tassenbeheizung:

- Magnetventil Tassenbeheizung

(4) Teewasserbezug

Der Teewasserbezug erfolgt in gleicher Weise wie der Kaffeebezug jedoch ohne Brühgruppe.

(5) Spülen

Spülen kennt zwei Betriebsvarianten. A) Einfacher Wasserdurchfluss zum Durchspülen der Brühgruppe. Hierzu wird die Förderpumpe bei gleichzeitigem Schalten der zugehörigen Magnetventile eingeschaltet. Es erfolgt kein wesentlicher Druckaufbau im System. Diese Funktion wird auch zum Entlüften der Brühgruppe verwendet.

B) Kein Wasserdurchfluss und Druckaufbau. Dann befindet sich im Siebträger der Brühgruppe ein Blindsieb, welches den Abfluss des Wassers verhindert und für Druckaufbau sorgt. Es erfolgt ein Reinigungsvorgang.

(6) Förderpumpe

Die Förderpumpe ist eine Rotationspumpe welche mit einem 230 V Wechselstromantrieb betrieben wird. Optional ist eine DC-Antriebsvariante angedacht, ggf. je Brühgruppe. Dies erfordert optional eine Motorsteuerung.

(7) Druckmessung

Die Druckmessung erfolgt über Drucksensoren für Brückenschaltung mit Instrumentenverstärker und/oder über Drucksensoren mit 0 ... 10 V Spannungsausgang.

(8) Temperaturmessung

Die Temperaturmessung erfolgt über PTC/NTC oder PT100. Hierzu sind Brückenschaltungen mit Instrumentenverstärker vorzusehen, welche den verwendeten A/D-Wandler im genutzten Messbereich möglichst optimal ausnutzen.

#### (9) Wägung

Die Wägung erfolgt je Brühgruppe über zwei DMS-Wägezellen als Vollbrücke. Hierzu sind Instrumentenverstärker vorzusehen, welche den verwendeten A/D-Wandler im genutzten Messbereich möglichst optimal ausnutzen.

#### (10) Füllstand

Im Dampfboiler befindet sich ein Füllstandsensor. Meldet der Füllstandsensor eine Unterschreitung der Mindestfüllung, wird die Kesselheizung deaktiviert und die Befüllung eingeleitet.

Alle Messstellen müssen abgleich- und kalibrierfähig ausgeführt werden.

Alle Lastströme sollen über Solid-State-Relais geschaltet werden.

Auf den Steuerungsplatinen keine Spannungen größer 12 V.

Für den 230 V Leistungsteil soll eine separate Platine definiert werden.

## 4. Anforderungen

### I. Tätigkeiten während der Projektarbeit

- Analyse des Maschinenkonzepts
- Beschreibung des Funktionsumfangs der Espressomaschine
- Beschreibung der Messgrößen, Regelungsfunktionalität, Stell- und Schaltgrößen für jede Funktion der Maschine
- Definition des Funktionsumfangs der einzelnen Elektronikkomponenten der Systemsteuerung
- Basislayout der Systemsteuerung (keine Platinenentwicklung)

### II. Einarbeitung in folgende Themen

- Erstellen von Lastenheften
- Funktionalität von Siebträger-Espressomaschinen
- Prozessautomatisierung

### III. Präsentation(en) / Rücksprachen

- Vorstellung beim Projektpartner
- Abschlusspräsentation beim Projektpartner
- wöchentliche Rücksprache Projektgruppen intern
- zweiwöchige Rücksprache mit Betreuer

## 5. Vorgehensweise

- Analyse der Aufgabenstellung und Vorarbeit
- Aufteilung in Arbeitspaketen bei gleichmäßiger Auslastung der Projektgruppe

- Projektplan mit TO-DOs und Meilensteinen mit stetiger Aktualisierung
- Einarbeitung
- kontinuierliche Bearbeitung des Projektes mit ca. 10 Stunden / Woche
- führen von Laborbuch

## **6. Erwartete Ergebnisse**

- Lastenheft
- Definition der zu entwickelnden Elektronikkomponenten