

Aufgabe ESEP

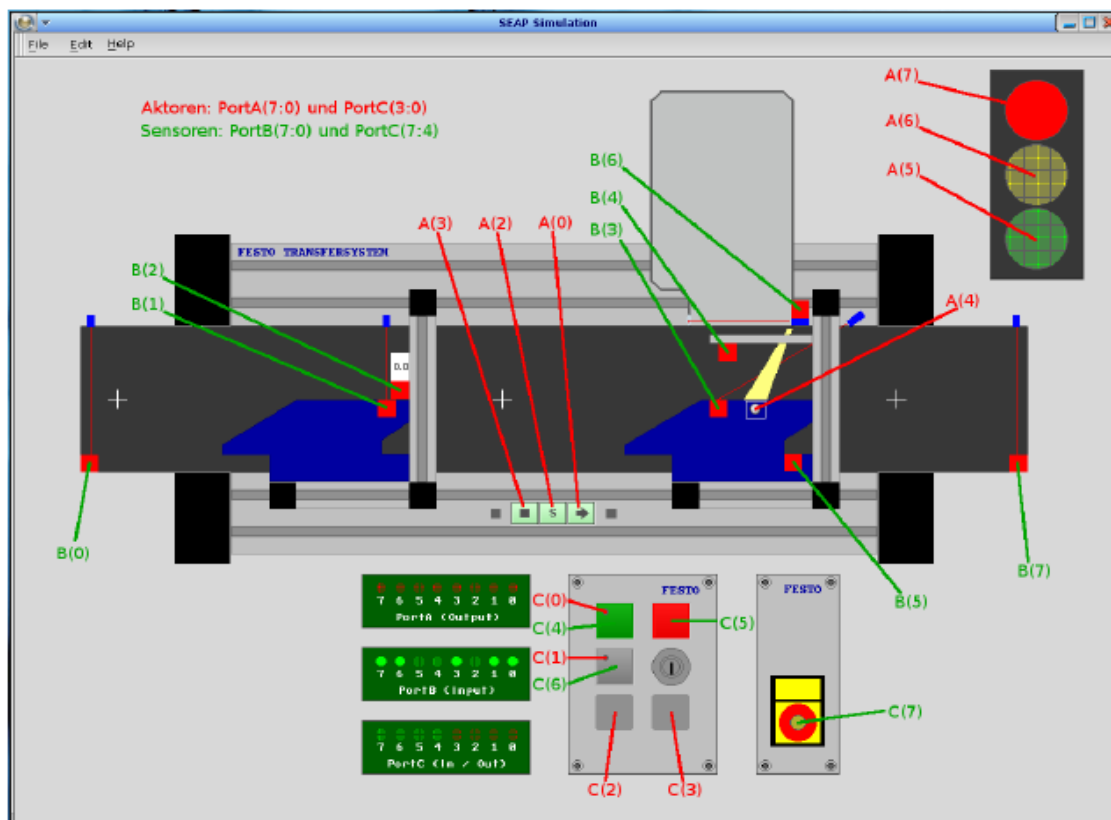
Prof. Dr. Stephan Pareigis
Prof. Dr. Franz Korf
Prof. Dr. Thomas Lehmann

Sommersemester 2016

1 Aufgabenstellung

Bauen Sie aus zwei Förderbandmodulen eine **Werkstück-Sortieranlage**. Jedes Förderbandmodul wird durch einen eigenen GEME-Rechner gesteuert. Die beiden Rechner sind über eine serielle Schnittstelle gekoppelt.

1.1 Anlagenschema



1.2 Port-Belegung

1.2.1 Port A (8 Bits, Ausgabeport)

Bezeichnung	Bit	IO	0	1
Motor Rechtslauf	0	OUT	—	Band läuft nach rechts
Motor Linkslauf	1	OUT	—	Band läuft nach links
Motor Langsam	2	OUT	—	+ Bit0: Band läuft langsam nach rechts + Bit1: Band läuft langsam nach links
Motor Stopp	3	OUT	—	Band läuft nicht, egal wie Bits 0–2 stehen
Weiche Auf	4	OUT	—	Weiche geht auf
Ampel Grün	5	OUT	—	Grüne Lampe geht an
Ampel Gelb	6	OUT	—	Gelbe Lampe geht an
Ampel Rot	7	OUT	—	Rote Lampe geht an

1.2.2 Port B (8 Bits, Eingabeport)

Bezeichnung	Bit	IO	0	1
Einlauf Werkstück	0	IN	Werkstück ist im Einlauf	Kein Werkstück im Einlauf
Werkstück in Höhenmessung	1	IN	Werkstück ist in Höhenmessung	Kein Werkstück in Höhenmessung
Höhenmessung	2	IN	Werkstück zu klein oder zu groß	Werkstückhöhe ist im Toleranzbereich
Werkstück in Weiche	3	IN	Werkstück ist in Weiche	Kein Werkstück in Weiche
Werkstück Metall	4	IN	Werkstück kein Metall	Werkstück Metall
Weiche offen	5	IN	Weiche geschlossen	Weiche offen
Rutsche voll	6	IN	Rutsche ist voll	Rutsche ist nicht voll
Auslauf Werkstück	7	IN	Werkstück ist im Auslauf	Kein Werkstück im Auslauf

1.2.3 Port C (8 Bits, Ein- / Ausgabeport)

Bezeichnung	Bit	IO	0	1
LED Starttaste	0	OUT	Start-LED dunkel	Start-LED leuchtet
LED Resettaste	1	OUT	Reset-LED dunkel	Reset-LED leuchtet
LED Q1	2	OUT	Q1-LED dunkel	Q1-LED leuchtet
LED Q2	3	OUT	Q2-LED dunkel	Q2-LED leuchtet
Taste Start	4	IN	Starttaste nicht gedrückt	Starttaste gedrückt
Taste Stop	5	IN	Stoptaste gedrückt(!)	Stoptaste nicht gedrückt(!)
Taste Reset	6	IN	Resettaste nicht gedrückt	Resettaste gedrückt
Taste E-Stop	7	IN	E-Stoptaste gedrückt(!)	E-Stoptaste nicht gedrückt(!)

1.2.4 Analog-Eingabeport

Register-Offset	Bezeichnung
2	Lesen: Höhenwert – Low Byte
2	Schreiben: Start Wandlung mit Steuercode 0x10
3	Höhenwert – High Byte

1.3 Funktionsbeschreibung

- Es gibt drei Werkstücke, die unterschiedlich auf das Band gelegt werden können.
 - Flache Werkstücke.
 - Werkstücke mit Bohrung und Metalleinsatz. Dabei wird unterschieden, ob die Bohrung nach oben oder nach unten liegt.
 - Werkstücke mit Bohrung ohne Metalleinsatz. Dabei wird unterschieden, ob die Bohrung nach oben oder nach unten liegt.
- Ziel der Sortierung ist es, dass am Ende von Band 2 die Werkstücke vereinzelt in der Reihenfolge flach → Bohrung oben ohne Metall → Bohrung oben mit Metall ankommen.

Um dies zu erreichen, sind folgende Einzelschritte erforderlich:

1. Werkstücke, die die Bohrung unten haben, werden auf Band 1 mit Hilfe der Höhenmessung erkannt und aussortiert.
 2. Werkstücke, die nicht der gewünschten Reihung entsprechen und nicht metallisch sind, werden auf Band 1 erkannt und aussortiert.
 3. Werkstücke, die nicht der gewünschten Reihung entsprechen und metallisch sind, werden auf Band 2 erkannt und aussortiert.
 4. Werden auf Band 2 Werkstücke mit der Bohrung nach unten erkannt, so werden sie mit der Weiche aussortiert.
 5. Werkstücke, die in der falschen Reihenfolge auf Band 2 erkannt werden, werden ebenfalls aussortiert, und die gelbe Leuchte blinkt.
- Die Zuführung erfolgt durch Einlegen des Werkstücks am Anfang von Band 1 (Unterbrechen der Lichtschranke).
 - Es dürfen stets Werkstücke auf das Band gelegt werden, wenn der Anfang von Band 1 frei ist. Auf diesem Band können sich also mehrere Werkstücke befinden.
 - Die Übergabe auf Band 2 soll *vereinzelt* erfolgen: Es wird nur ein Werkstück auf Band 2 transferiert, wenn Band 2 frei ist.
 - Bei der Übergabe des Werkstücks von Band 1 auf Band 2 kann es passieren, dass die Werkstücke sich "überschlagen", d. h. eine oben liegende Bohrung liegt dann auf Band 2 unten.
 - Auf beiden Bändern sollen die Werkstücke *langsam* durch die Höhenmessung transportiert werden.

- Es darf kein Werkstück von den Bändern fallen.
- Wenn ein Werkstück das Ende von Band 2 erreicht sollen auf der Konsole folgende Werkstückdaten ausgegeben werden:
 - ID
 - Typ
 - Höhen-Messwert von Band 1
 - Höhen-Messwert von Band 2

Die ID vergibt Ihr System beim Erkennen des Werkstücks am Anfang von Band 1. Im Regelfall (wenn das Werkstück mit der Bohrung nach oben eingelegt wurde), ist auch der Typ schon nach Durchlauf von Band 1 bekannt.

- Beide Bänder sollen jeweils stoppen, wenn sich kein Werkstück auf ihnen befindet.
- Die Erkennung der Metalleinsätze ist fehleranfällig, d. h. es treten false-negative auf. Dieses ist durch eine Auswertung auf beiden Bändern zu kompensieren.
- Ist die Rutsche auf Band 1 voll, so soll die Aussortierung über Band 2 erfolgen. Umgekehrt, ist die Rutsche auf Band 2 voll, so soll die Aussortierung bereits auf Band 1 erfolgen. Diese Situation ist dem Bediener zu signalisieren. Die Bedingung an die Reihenfolge am Ende von Band 2 muss eingehalten werden.

Ansteuerung der Weichen: Die Weichen sind im stromlosen Zustand *geschlossen*. Beim Öffnen fließt Strom durch die Magnetspule, die die Weiche betätigt. Wenn der Strom zu lange fließt, überhitzt die Spule, und die Weiche funktioniert nicht mehr richtig.

Daher bitte die Weichen *nicht minuten- oder stundenlang* auf Durchgang stellen!

1.4 Fehlererfassung

Folgende Fehlerzustände beim Betrieb der Anlage sollen erfasst werden:

- Verschwinden von Werkstücken (zu lange Laufzeit zwischen Lichtschranken).
Reaktion: Bandstopp, Fehlermeldung
- Hinzufügen von Werkstücken mitten auf dem Band (zu kurze Laufzeit zwischen Lichtschranken).
Reaktion: Bandstopp, Fehlermeldung
- Beide Rutschen voll
Reaktion Bandstopp, Fehlermeldung

Lassen Sie sich etwas Intelligentes einfallen, wie Sie nach Erkennung und Behebung eines Fehlers weitermachen wollen.

1.5 Bedientaster

Die Bedientaster haben folgende Funktion:

- Ein / Aus
- Reset Fehlerquittierung (siehe unten).
- E-Stopp Schnellabschaltung. Wird der E-Stopp-Taster gedrückt, steht die *ganze* Anlage still. Es steht also auch der andere Anlagenteil still, an dessen Bedienpanel der E-Stopp-Taster *nicht* gedrückt wurde. Wenn der Taster anschließend wieder herausgezogen wird, bleibt die Anlage weiterhin so lange stehen, bis der Reset-Taster gedrückt wird.

Zeigen Sie den Zustand der Taster (außer E-Stop) durch Ansteuern der zugehörigen LED an.

1.6 Zustandsanzeigen

Die farbigen Anzeigeleuchten signalisieren folgende Anlagenzustände:

Grün Bandanlage in Betrieb.

Gelb Blinklicht bei Warnings.

Rot Fehler- und Quittierungszustand:

Bei Fehlermeldesystemen müssen unterschiedliche Zustände signalisiert werden. Wenn ein Fehler neu aufgetreten ist, hat er den Zustand *anstehend unquittiert*. Nun sieht ein Bediener den Fehler (der immer noch ansteht), und teilt dies dem Meldesystem durch Drücken der *Quittierungstaste* mit. Der Fehler wechselt in den Zustand *anstehend quittiert*. Wenn nun der Fehler behoben wird, der Fehler-Signaleingang also den Wert *OK* hat, wechselt der Fehler in den Zustand *OK*. Dieser Zustand wird nicht gesondert angezeigt. Weiterhin ist noch denkbar, dass sich der Fehler von selbst repariert hat, ohne dass das Bedienpersonal ihn zur Kenntnis genommen hat. Dies ist der Zustand *gegangen unquittiert*.

In dieser vollen Breite lässt sich die Fehlersignalisierung nur durchführen, wenn es einen *Signaleingang* gibt, der einen Fehler signalisiert.

Die Laufzeitüberwachungsfehler für die Werkstücke gehen nach dem Drücken der Quittungstaste direkt in den Zustand *OK*.

Die Fehlerzustände sollen folgendermaßen signalisiert werden:

OK Leuchte AUS

anstehend unquittiert schnelles Blinken (1 Hz)

anstehend quittiert Dauerlicht

gegangen unquittiert langsames Blinken (0,5 Hz)

1.7 Ergänzung der Spezifikation

Trotz des Umfangs dieses Dokumentes ist die Aufgabe *unterspezifiziert*. Ein Teil Ihrer Tätigkeit besteht also darin, mit Ihrem Betreuer die Spezifikation zu *präzisieren* (und das Resultat schriftlich zu dokumentieren).

1.8 Dokumentation

Grundsatz: Alle Absprachen, sowohl innerhalb des Teams, als auch mit dem Betreuer, müssen Sie schriftlich dokumentieren.

Erstellen und bearbeiten Sie im Laufe des Praktikums ein RDD (Requirements and Design Document). Im EMIL finden Sie das entsprechende Template, welches Sie für die Erstellung des RDD nehmen sollen. In dem Template finden Sie Vorgaben für die Strukturierung des Inhalts.

2 Milestones

Das Projekt ist in Milestones aufgebaut, zu denen Sie bestimmte Aufgaben realisiert haben sollen. Die Milestones werden an den Praktikumsterminen von Ihrem Betreuer/in in seinen Rollen abgenommen. Sie müssen alle Milestones erfolgreich bestanden haben, um das Praktikum zu bestehen.

2.1 Arten von Milestones

Es wird zwischen Kunde-Milestones und Coaching-Milestones unterschieden.

1. **Kunden-Milestones:** Der Betreuer nimmt die Rolle eines Kunden ein und begutachtet die Funktion des Systems bzw. die Erfüllung seiner Anforderungen.
2. **Coaching-Milestones:** Im Laufe des Projektes müssen sie verschiedene Entscheidungen treffen, Designs entwickeln und Code implementieren. An einem Coaching-Milestone wird Ihr Betreuer die gelisteten Aspekte mit Ihnen abschließend durchgehen. Sie müssen diese Aspekte entsprechend also schon in vorigen Praktikums-terminen oder in der Vorlesung diskutieren und sich Unterstützung holen.

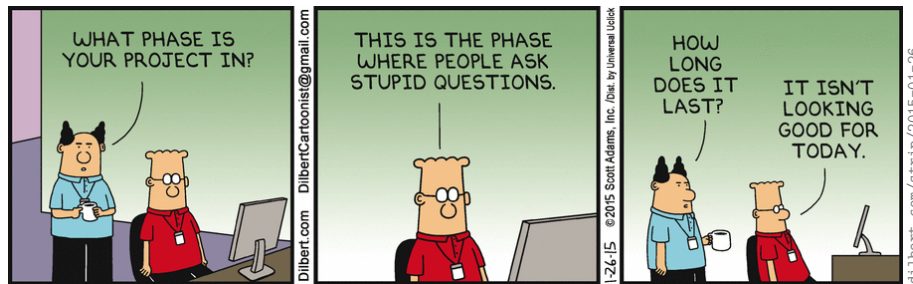
2.2 Abnahmestände der Milestones

1. **Milestone bestanden**
2. **Milestone mit Nachbesserungen bestanden**
 - Nachbesserungen sind spätestens zum Beginn des nächsten Praktikumstermins nachzureichen.
3. **Milestone nicht bestanden**
 - Milestone muss im nächsten Praktikumstermin bestanden sein. Abnahme erfolgt am Beginn des nächsten Praktikumsstermins.

2.3 Abnahme von Milestones

- Am angekündigten Praktikumstermin muss zum Anfang (Ausnahme Milestone 0 und 1) des Praktikumstermins der Milestone erfüllt sein.
- Die Praktikumsgruppe erstellt eine Abnahme-Liste zum entsprechenden Milestone. Die Punkte der Liste werden dem Betreuer einzeln vorgeführt und abgenommen.

- Kriterien für alle Milestones
 - Milestone-spezifische Tests / Vorführungen
 - Durchgehende In-Code-Dokumentation (Doxygen-kompatibel)
 - RDD liegt als ein Dokument in Papier- oder pdf-Form vor
 - Alle zum Milestone gehörenden Artefakte sind auf dem Master-Branch
 - Die Aufwände für das Erreichen des Milestones sind dokumentiert



2.4 Milestone-Beschreibungen

Auf den folgenden Seiten werden sinnvolle Projekt-Milestones vorgeschlagen.

Hinweis: Sie können in Absprache mit Ihrem Betreuer auch eigene Milestones **schriftlich** festlegen.

2.4.1 Milestone 0: Teamorganisation (**Ende erste Vorlesungswoche, KW 11**)

- Sie haben ein Team gebildet.
- Codeverwaltung in einem Versionskontrollsystem Ihrer Wahl aufgesetzt.
Empfehlung: Verwenden Sie Git auf einem freien Host für Software-Repositories wie z.B. Github oder Bitbucket und geben Sie Ihrem Betreuer Zugriff auf das Repository. Informieren Sie Ihren Betreuer über das Repository.
- Im Repository ist ein ReadMe angelegt, in dem die Namen der Teammitglieder eingetragen sind.

2.4.2 Milestone 1: Aufsetzen des Projekts und Anforderungsanalyse (**Ende des 1. Praktikumstermins**)

Coaching-Milestone:

- Programmierung
 - C++-Projekt in Momentics wurde aufgesetzt
 - Benutzung der Thread-Klasse

Kunden-Milestone:

- Anforderungsanalyse

- Ausarbeitung typischer Anwendungsszenarien und Darstellung im RDD
- Ausarbeitung von Software-Requirements
- Testkonzept für die Abnahme
- Programmierung
 - Einfache Ansteuerung der Ampel der Anlage

2.4.3 Milestone 2: Architektur, HAL der Aktorik und serielle Kommunikation (2. Praktikumstermin)

Coaching-Milestone:

- Software-Architektur definiert, in Struktur, interner Kommunikation, Pattern-Einsatz und Datenmodell
- Projektmanagement
 - Festlegung des Prozesses
 - Testkonzept auf den verschiedenen Ebenen
 - Erste Definition von Arbeitspaketen
- HAL der Aktorik lauffähig
 - Schnittstelle für gesamte Aktorik dokumentiert
 - Implementation ist thread-safe

Kunden-Milestone:

- HAL der Aktorik lauffähig
 - Test der Aktorik-HAL
- Serielle Schnittstelle lauffähig
 - Übermitteln von Daten über die serielle Schnittstelle
 - Test der seriellen Kommunikation

2.4.4 Milestone 3: HAL der Sensorik und Modellierung der Steuerung (4. Praktikumstermin)

Coaching-Milestone:

- Projektmanagement (ab hier bei jedem Milestone)
 - Review des Projektfortschritts
 - Review der nächsten Schritte
- Modellierung/Design Anlagensteuerung
 - Konzept für die Weiterleitung der Sensorsignale zu verarbeitenden Komponenten
 - Geeignetes Pattern/Design für die Verarbeitung der Sensordaten ausgewählt

- Modellierung der Anlagensteuerung beider Förderbänder mit Zustandsautomaten oder Petri-Netzen mit Ausnahmebehandlung
- HAL der Sensorik
 - Schnittstelle für gesamte Aktorik dokumentiert
 - Realisation der Sensorik basierend auf ISRs und Pulse-Messages

Kunden-Milestone:

- HAL der Sensorik
 - Test der Sensorik-HAL

2.4.5 Milestone 4: Architektur und Zustandsautomat (5. Praktikumstermin)

Coaching-Milestone:

- Anlagensteuerung
 - Implementation der verarbeitenden Schicht
 - Test Funktionsfähigkeit, ein Förderband
 - Entwurf der Kommunikation zwischen den beiden Förderbändern

2.4.6 Milestone 5: Ablauf Fertigungsstraße (6. Praktikumstermin)

Coaching-Milestone:

- Anlagensteuerung
 - Ablaufsteuerung über beide Förderbänder implementiert (ohne Ausnahmebehandlung)
 - Testablauf mit allen Bauteilen arbeitet fehlerfrei und ist dokumentiert
- Timer
 - Timerklasse für zeitgesteuerte Ausnahmebehandlung implementiert
 - Timingverhalten bezüglich HW- und BS-Timer im RDD diskutiert

2.4.7 Milestone 6: Ausnahmebehandlung und endgültige Abnahme (8. Praktikumstermin)

Coaching-Milestone:

- Implementation abgeschlossen und getestet (inklusive Ausnahmebehandlung)
- Lessons Learned dokumentiert

Kunden-Milestone:

- Abnahmetest
- Dokumentation vollständig

2.5 Zuordnung der Projektkomponenten zu den Vorlesungen

Hier sind die wichtigsten Projektkomponenten und eine Zuordnung zu den Vorlesungen aufgelistet, in denen Sie Näheres über Entwurf und Implementierung dieser Komponenten lernen:

- I/O-Hilfsfunktionen für die Analog- und Binärein- und -ausgaben einschließlich ISRs für die Interruptbehandlung (Vorlesung SY,EP).
- Hilfsfunktionen für das Message Passing über die serielle Schnittstelle (Vorlesung SY).
- Eine *Laufzeitumgebung* für die Automaten bzw. die Petri-Netze (Vorlesungen EP).
- Implementierung der Automaten bzw. der Petri-Netze. (Vorlesungen EP).
- Projektplanung, PSP Erstellung, Projektkontrolle (Vorlesung SE2).
- Konfigurationsmanagement, Qualitätsmanagement (Vorlesung SE2)
- Implementierung von Design Patterns, Architektur Patterns (Vorlesung SE2, EP).
- Testlevels, Testkonfiguration, Testmethoden, Testcoverage, Heuristiken (Vorlesung SE2).

3 Hilfen

- Alle Vorlesungsskripte von SE2, SY und EP, sowie praktikumsrelevante Informationen finden Sie im EMIL-Lernraum *Embedded System Engineering (Lmn) S16* mit dem Zugangscode: *esep*. Insbesondere finden Sie hier:
 - Diese Aufgabenstellung
 - Das RDD-Template
 - Die Vorlesungsskripte der beteiligten Professoren.
- Jeder der beteiligten Professoren bietet Unterstützung für das zuständige Fachgebiet an, außerdem hat jede Gruppe einen betreuenden Professor, der am Ende des Projekts die Schlussabnahme macht.
- Im Labor erhalten Sie virtuelle Maschinen, die QNX und einen Anlagensimulator enthalten. Damit können Sie einen erheblichen Teil der Funktionalität außerhalb des Labors entwickeln.
- Nehmen Sie an dem angebotenen *Tutorium* teil. Dort werden grundlegende Fragen zum Praktikum und Vorlesungen geklärt, außerdem wird ein Schnellstart in der Sprache C++ mit vermittelt.