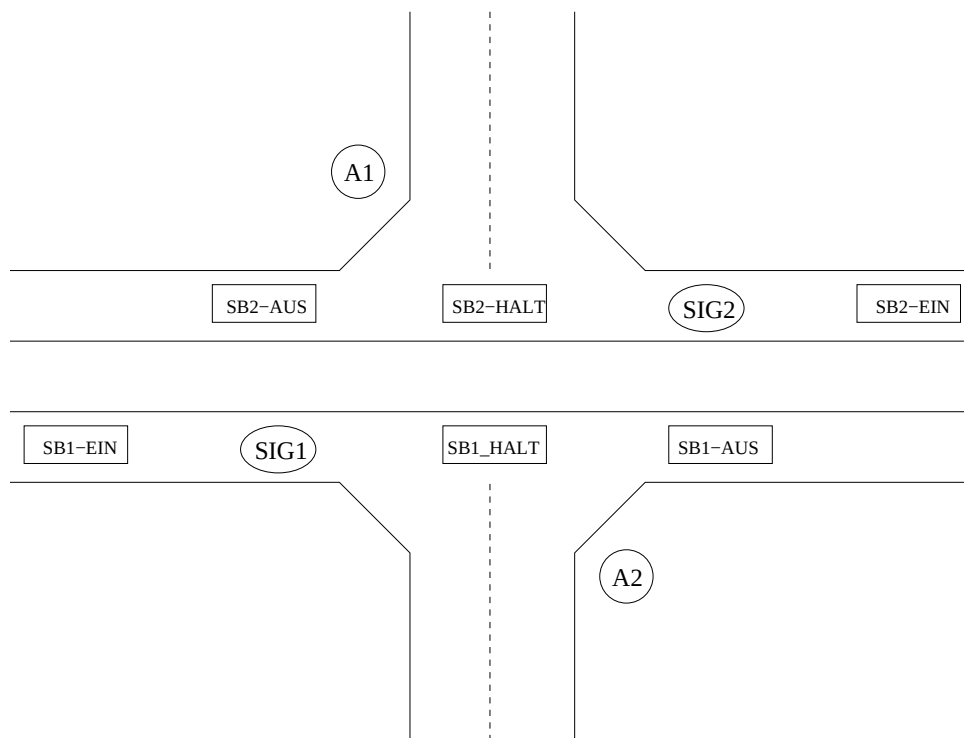


# Übungszettel 5

Im folgenden findet ihr die Beschreibung einer Steuerung für Kreuzungen mit Straßen- und Straßenbahnverkehr. Diese soll in ein UML-Modell umgesetzt werden.

## Aufgabe 1 – Strukturbeschreibung

**Aufbau** Eine Straßenkreuzung mit zweigleisigem Straßenbahnverkehr wird durch zwei Signale *SIG1* und *SIG2* sowie zwei Ampeln *A1* und *A2* gesichert. Eine Steuerung soll sicheren Verkehr mit möglichst wenig manueller Hilfe ermöglichen.



**Die Signale** Die Signale können genau zwei Zustände annehmen:

- *AUS* - Straßenbahnen dürfen nicht passieren.
- *AN* - Straßenbahnen dürfen fahren.

Jedes Signal hat einen Eingangsport, der die Werte 0 und 1 annehmen kann:

- *Port\_I\_1* steuert die Lampe des Signals:
  - 0 bedeutet, dass die Lampe angesteuert wird.
  - 1 bedeutet, dass die Lampe nicht angesteuert wird.

Hinzu kommen drei Ausgangsports:

- *Port\_O\_1* gibt an, ob die Spannung korrekt an der Lampe anliegt:
  - 0 bedeutet, dass die Spannungsversorgung nicht funktioniert.
  - 1 bedeutet, dass die Spannungsversorgung funktioniert.
- *Port\_O\_2* gibt an, ob die Stromversorgung der Lampe funktioniert:
  - 0 bedeutet, dass die Stromversorgung nicht funktioniert.
  - 1 bedeutet, dass die Stromversorgung funktioniert.
- *Port\_O\_3* gibt an, ob das Relais zum Schalten der gelben Lampe funktioniert:
  - 0 bedeutet, dass das Relais geschaltet wurde.
  - 1 bedeutet, dass das Relais nicht geschaltet wurde.

**Die Ampeln** Die Ampeln haben eine rote und eine orange Lampe und können insgesamt vier Zustände annehmen:

- *AUS* - Straßenverkehr darf passieren.
- *ROT* - Straßenverkehr darf nicht passieren.
- *GELB-STETIG* - Vorbereitung auf ROT.
- *GELB-BLINKEND* - Straßenverkehr darf auf eigenes Risiko fahren, die Sicherheit der Kreuzung kann nicht garantiert werden.

Jede Ampel hat zwei Eingangsports, die die Werte 0 und 1 annehmen können:

- *Port\_I\_1* steuert die rote Lampe:
  - 0 bedeutet, dass die Lampe angesteuert wird.
  - 1 bedeutet, dass die Lampe nicht angesteuert wird.
- *Port\_I\_2* steuert die gelbe Lampe:
  - 0 bedeutet, dass die Lampe angesteuert wird.
  - 1 bedeutet, dass die Lampe nicht angesteuert wird.

Hinzu kommen fünf Ausgangsports:

- *Port\_O\_1* gibt an, ob die Stromversorgung der roten Lampe funktioniert:
  - 0 bedeutet, dass die Stromversorgung nicht funktioniert.
  - 1 bedeutet, dass die Stromversorgung funktioniert.
- *Port\_O\_2* gibt an, ob das Relais zum Schalten der roten Lampe funktioniert :
  - 0 bedeutet, dass das Relais geschaltet wurde.
  - 1 bedeutet, dass das Relais nicht geschaltet wurde.
- *Port\_O\_3* gibt an, ob die Spannung korrekt an der gelben Lampe anliegt:
  - 0 bedeutet, dass die Spannungsversorgung nicht funktioniert.
  - 1 bedeutet, dass die Spannungsversorgung funktioniert.
- *Port\_O\_4* gibt an, ob die Stromversorgung der gelben Lampe funktioniert:
  - 0 bedeutet, dass die Stromversorgung nicht funktioniert.
  - 1 bedeutet, dass die Stromversorgung funktioniert.
- *Port\_O\_5* gibt an, ob das Relais zum Schalten der gelben Lampe funktioniert:
  - 0 bedeutet, dass das Relais geschaltet wurde.
  - 1 bedeutet, dass das Relais nicht geschaltet wurde.

**Die Sensoren** Ankommende und abfahrende Straßenbahnen werden durch jeweils drei Sensoren registriert: *SB1\_EIN*, *SB1\_HALT*, *SB1\_AUS* für Gleis 1, sowie *SB2\_EIN*, *SB2\_HALT*, *SB2\_AUS* für Gleis 2. Die Sensoren haben zwei Kanäle, die jeweils die Werte 0 und 1 annehmen können.

**Die Steuerung** Die Steuerung sammelt die Informationen der Sensoren und steuert anhand dieser Daten die Signale und Ampeln. Außerdem besitzt sie einen manuellen Modus zur Simulation des Betriebsablaufs, in dem Eingangsdaten der Sensoren per Hand gesetzt werden, um Tests durchführen zu können.

**Komponente Manueller Modus** Im manuellen Modus werden die aktuellen Zustände von Signalen und Ampeln durch LEDs dargestellt (*A1\_ROT*, *A1\_GELB*, *A1\_GRÜN*, *A2\_ROT*, *A2\_GELB*, *A2\_GRÜN*, *SIG1\_ONOFF* und *SIG2\_ONOFF*) und die Sensoren durch Taster simuliert (*1\_EIN*, *1\_HALT*, *1\_AUS*, *2\_EIN*, *2\_HALT*, *2\_AUS*).

Der manuelle Modus wird durch einen Taster *MAN* ein- und ausgeschaltet. Eine zusätzlich LED *MAN\_ONOFF* signalisiert diese beiden Zustände optisch.

**Aufgabenstellung** Beschreibt die Steuerung und ihre Komponenten mit Hilfe eines Klassendiagramms und eines Strukturdiagramms. Dabei gilt, dass das Gesamtsystem die Straßenbahnkreuzung ist. Die Komponente Manueller Modus ist Teil der Steuerung.

## Aufgabe 2 – Anforderungen an das System

**Benutzung der Steuerung** Der Benutzer, z.B. ein Techniker, agiert nur unter festgelegten Umständen mit dem System:

- Start/Restart des Systems: es muss zugesichert werden, dass keine Straßenbahn fährt, bevor die Ampeln auf *GRÜN* geschaltet werden.
- Reparatur defekter Hardware
- Manueller Test

Alle anderen Aufgaben erledigt das System selbstständig.

**Aufgabenstellung** Haltet diese Anforderungen in einem Anwendungsfalldiagramm fest.

## Aufgabe 3 – Verhaltensbeschreibung

**Die Signale** Die Signale sollen folgende Anforderungen erfüllen:

- Der Ablauf ist: *AUS* → *AN* → *AUS* → ...
- Der Zustand *AN* wird eingeschaltet, wenn an *Port\_I\_1* eine 1 anliegt. Das korrekte Schalten wird durch *Port\_O\_1=1*, *Port\_O\_2=1* und *Port\_O\_3=0* angezeigt.
- Alle anderen Zustände sind Fehlerzustände. Solange die Lampe eingeschaltet ist, müssen diese permanent überprüft werden.

**Die Ampeln** Die Ampeln sollen folgende Anforderungen erfüllen:

- Der Ablauf ist:  $AUS \rightarrow GELB \rightarrow ROT \rightarrow AUS \rightarrow \dots$
- Der Zustand  $ROT$  wird eingeschaltet, wenn an  $Port\_I\_1$  eine 1 anliegt. Das korrekte Schalten wird durch  $Port\_O\_1=1$  und  $Port\_O\_2=0$  angezeigt.
- Der Zustand  $GELB$  wird eingeschaltet, wenn an  $Port\_I\_2$  eine 1 anliegt. Das korrekte Schalten wird durch  $Port\_O\_3=1$ ,  $Port\_O\_4=1$  und  $Port\_O\_5=0$  angezeigt.
- Alle anderen Zustände sind Fehlerzustände. Solange eine Lampe eingeschaltet ist, müssen diese permanent überprüft werden.
- Die Ampeln bleiben immer für  $t_{gelb}$  im Zustand  $GELB$  und für  $t_{rot}$  im Zustand  $ROT$ . Der Zustand  $AUS$  ist mindestens  $t_{aus}$  lang aktiv.

**Die Steuerung** Die Steuerung soll folgende Kriterien erfüllen:

Allgemeine Sicherheit der Kreuzung:

- Es darf niemals gleichzeitig ein Signal im Zustand  $AN$  und eine Ampel im Zustand  $AUS$  sein.
- Nachdem die Ampeln auf  $ROT$  geschaltet wurden, wird zur Sicherheit  $t_{sig}$  gewartet, bevor die Signale auf  $AN$  geschaltet werden.
- Nachdem alle Straßenbahnen die Kreuzung verlassen haben, werden die Ampeln erst nach einer Zeitspanne  $t_{amp}$  auf  $AUS$  geschaltet.
- Wenn diese drei Bedingungen nicht eingehalten werden können, geht die Steuerung in den Sicherheitsmodus über.

Erkennen von Straßenbahnen:

- Eine Straßenbahn wird erst erkannt, wenn ein Sensor für die Zeit  $t_{sens}$  eine 0 auf Kanal 0 und eine 1 auf Kanal 1 anzeigt.
- Wenn eine ausfahrende Straßenbahn erkannt wird, ohne das zuvor eine einfahrende und/oder haltende Straßenbahn gemeldet wurde, geht die Steuerung in den Sicherheitsmodus über. Selbiges gilt, wenn eine haltende Straßenbahn erkannt wird, ohne dass zuvor eine einfahrende Straßenbahn erkannt wurde.
- Weitere Bedingungen müssen nicht beachtet werden, da Straßenbahnen auf Sicht gesteuert werden, d.h. die Fahrer sind dafür verantwortlich, nicht in andere Bahnen zu fahren.

Schalten von Signalen und Ampeln:

- Normalfall
  1. Anfangszustand: keine Straßenbahnen auf den Gleisen 1 und 2, alle Signale  $AUS$ , alle Ampeln  $AUS$ .
  2. Erste Straßenbahn kommt an: wenn  $t_{aus}$  abgelaufen ist, werden die Ampeln zunächst für  $t_{gelb}$  auf  $GELB$  und dann auf  $ROT$  geschaltet. Nach  $t_{sig}$  werden die Signale auf  $AN$  gestellt. Die Signale dürfen für maximal  $t_{max}$  in diesem Zustand bleiben.
  3. Die Signale bleiben in diesem Zustand, bis auch nachfolgende Straßenbahnen (auf beiden Gleisen) die Kreuzung verlassen haben oder  $t_{max}$  abgelaufen ist. Sie können erst nach der nächsten  $AUS$ -Phase der Ampeln wieder eingeschaltet werden.
  4. Nachdem alle Straßenbahnen die Kreuzung verlassen haben, werden die Signale in den Zustand  $AUS$  versetzt. Nachdem die Zeit  $t_{amp}$  abgelaufen ist, werden die Ampeln auf  $AUS$  geschaltet.
  5. Wenn die Zeit  $t_{max}$  abgelaufen ist, werden die Signale  $AUS$ -geschaltet, damit nicht noch weitere Straßenbahnen in die Kreuzung einfahren können. Nachdem alle Straßenbahnen die Kreuzung verlassen haben, wird wie in Punkt 4. weiterverfahren.

- Fehlerfälle:
  - Fehlermeldungen der Ampeln und Signale führen immer in den Sicherheitsmodus.
  - Wenn einfahrende Straßenbahnen erkannt werden, obwohl die Signale im Zustand *AUS* sind, geht das System in den Sicherheitsmodus über.
- Manueller Modus:
  - Simulationen können nur gestartet werden, wenn sich keine Straßenbahn auf der Kreuzung befindet.
  - Die Simulation wird durch den *MAN*-Taster ein- und ausgeschaltet.
  - Simulation an/aus wird durch die entsprechende LED angezeigt.
  - Wenn das System sich gerade im manuellen Modus befindet und sich eine Straßenbahn nähert, werden sämtliche Schalter für die Simulation gesperrt. Sind die Ampeln und Signale bereits korrekt geschaltet, wird dieser Zustand beibehalten, ansonsten wie im Normalfall verfahren. Nachdem alle Straßenbahnen die Kreuzung verlassen haben, wird die Simulation automatisch beendet.
  - Während der Simulation wird auf die Taster auf die gleiche Weise wie auf die entsprechenden Sensoren reagiert und zusätzlich der Status des Systems durch die entsprechenden LEDs angezeigt.

### Der Sicherheitsmodus

- Alle Signale sind *AUS*.
- Alle Ampeln sind *GELB-BLINKEND*.
- Der Sicherheitsmodus kann nur durch den Restart des Systems wieder verlassen werden.

### Aufgabenstellung    Erstellt Zustandsdiagramme für

- Die Signale: hier genügt ein Zustandsdiagramm, dass als Parameter die Nummer des jeweiligen Signals erhält.
- Die Ampeln: hier genügt ein Zustandsdiagramm, dass als Parameter die Nummer der jeweiligen Ampel erhält.
- Die Steuerung wird durch ein Zustandsdiagramm dargestellt, dass auf jeden Fall hierarchisch aufgebaut sein soll.