

Tu-Ilmenau

FG System- und Software-Engineering

Sommersemester 2019

Praktikum:

Im Fach

Komplexe Informationstechnische Systeme

(Dr. -Ing. Ralph Maschotta)

Thema des Praktikums:

„Kugelfall-Versuch“

Ahmad Asmandar

Sabina Zhernovaya

Ziel des Versuches:

Das Ziel des Versuches ist es mit Hilfe eines Arduino und verschiedenen Sensoren, eine Kugel in ein Loch in einer rotierenden Scheibe fallen zu lassen.

Systemanalyse:

Sensoren:



Abb 1 Hall Sensor



Photo-Sensor

Damit wir unser System richtig analysieren, sollen wir am Anfang die wichtigen Begriffe erklären.

Was ist aber ein Sensor?

Das Prinzip besteht darin, eine physikalische Größe oder aber einen chemischen Effekt aufzunehmen und in ein analog -elektrisches Signal umzuwandeln. Wesentliche physikalische Größen sind Drehzahl, Gewicht, Lichtstärke, Druck, Temperatur etc.

Und wie funktioniert!?

Das Prinzip eines Sensors ist leicht zu verstehen, Sensoren sind aber durchaus komplexe elektronische Geräte, denen eine große Bedeutung im Alltag zukommt. Zunächst erfasst der Sensor die physikalische Größe und wandelt diese in eine spezifische elektrische Spannung um, wobei diese in proportionalem Verhältnis zur Eingangsgröße steht.

Der ganze versuche basiert auf zwei wichtigen Sensoren, der Hall-Sensor und der Foto-Sensor.

Hall Sensor:

Hall Sensoren bestehen aus möglichst dünnen kristallinen dotierten Halbleiterschichten, die seitlich zumeist vier Elektroden besitzen.

Durch die Zwei gegenüberliegenden Elektroden wird ein Strom eingespeist. Die beiden orthogonal dazu liegenden Elektroden dienen der Abnahme der Hall-Spannung. Wird ein solcher Hall-Sensor von einem senkrecht zur Schicht verlaufenden Magnetfeld durchströmt, liefert er eine Ausgangsspannung.

Bei Kugelfall-Versuch sind unten an der Drehscheibe Zwei Magnete befestigt (Abb2). Die den Hall-Sensor auslösen, der unterhalb der Scheibe angebracht ist. Die beiden Magneten sind gegenüber gelegt und versetzen dabei 180° zueinander. Wenn ein Magnet über den Sensor passt, wird der Sensor seinen Zustand vom 0 zu 1 oder umgekehrt wechseln und dabei diesen Wert an den Arduino ermitteln.

Optischer Sensor oder (Optischer Näherungsschalter):

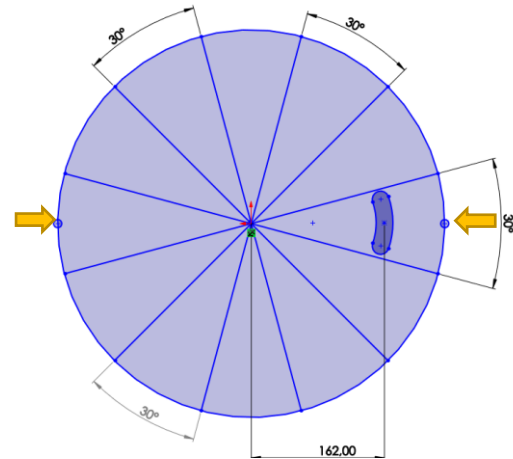


Abb 2 Hall-Sensor Position von unten

Ein optischer Sensor besteht aus einem Lichtsender (häufig eine Leuchtdiode oder eine Laserdiode) und einem Lichtempfänger (beispielsweise einen lichtempfindlichen Widerstand (LDR) oder eine Fotodiode). Die Empfänger (Auswertereinheit) wertet die Intensität, die Farbe oder Laufzeit des vom Lichtsender empfangenen Lichtes aus und liefert er eine Ausgangsspannung.

Beim optischen Sensor wird der vom Sender ausgesandete Lichtstrahl entweder direkt um Empfänger geschickt (Einweglichtsensor) oder von einem Reflektor reflektiert und dann vom Empfänger aufgenommen. In beiden Fällen wird das Signal ausgelöst, wenn der Licht Strahl unterbrochen wird.

Der optische Sensor beim Versuch ist unterhalb einer Drehscheibe angebracht. Die in 12 Segmente geteilt wurde (Abb 3). Diese Teile sind gleich groß und abwechselnd schwarz und Weiß gefärbt. Der Wechsel von einem Teil zum Nächsten wird vom Sensor detektiert.

Falls weißer Teil wird 1 an den Arduino ermittelt oder 0 falls schwarz ist und damit ist 30° bestanden.

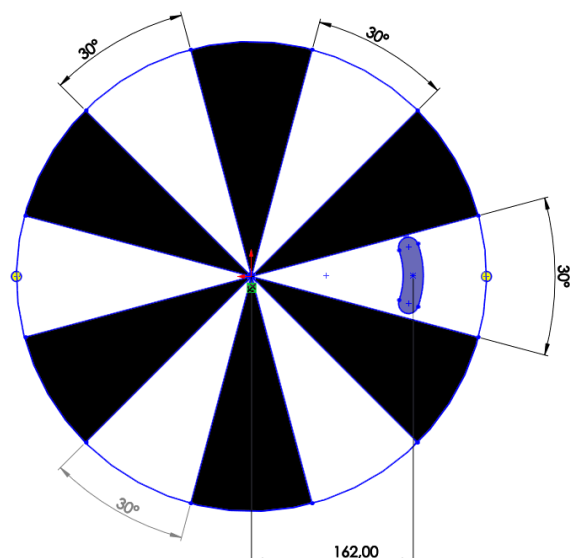


Abb 3 Photo-Teile unten Ansicht

Aktoren:

Bei Aktoren oder Aktuatoren handelt es sich um Antriebselemente, die elektrische Signale und Strom in mechanische Bewegung transformieren. Ihr Wirkprinzip ist dabei umgekehrt proportional zu Sensoren. Elektrische Impulse werden durch einen Aktor in Druck, Schall, Temperatur, Bewegung oder andere mechanische Größen umgewandelt.

Servo Motor:

Der einzelne Aktor beim Versuch ist der Servo Motor. Ein Servo Motor besteht aus Motorsteuerung (1), einem Elektromotor (2), einem Getriebe (3) und einem Potentiometer zur Positionsbestimmung (4). Alle Komponenten sind in einem robusten Gehäuse untergebracht.

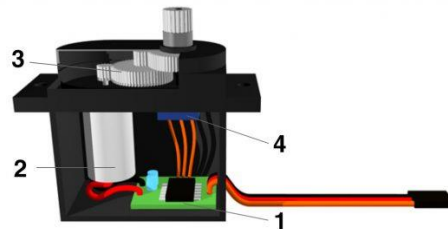


Abb 4 Servo-Motor

Der Servo dient dem Abwurf und dem Nachladen der Kugel. Er wird anhand der Arduino intern Servo Bibliothek gesteuert. Er ist am Fallrohr befestigt und bewegt zwei kleine Metallplättchen, damit schließt er das Rohr und hindert den Fall der Kugeln.

Drehscheibe:

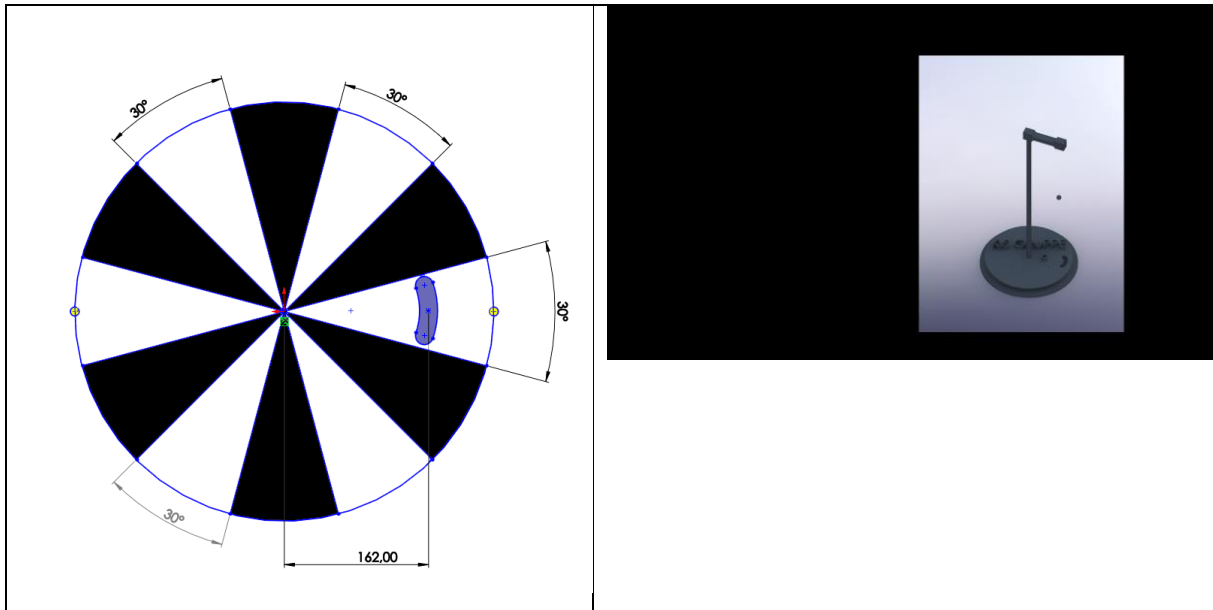


Abb 6 Drehscheibe und Iso Ansicht für den Versuch (3d Modell)

Die Drehscheibe ist über eine Achse gelagert und hat ein Loch an einer Stelle, wodurch die Kugel fallen soll. Wie erklärt ist diese scheibe auf der Unterseite in weiß und schwarz Flächen geteilt. Jeder Fläche versetzt 30°.

Während des Versuches werden diese Teile benutzt, um die Position des Lohes in jedem Zeitpunkt wie genau wie möglich zu erfassen.

Die Verschaltung:

Die Verbindung mit Arduino:

Die Komponenten, die bereits beschrieben sind und zusätzlich die Knöpfe, die zum Steuern den Verlauf des Programms benutzt werden, werden von einem Arduino ausgelesen und angesteuert. Die Pinbelegung des Arduinos wird im Tabelle 1 dargestellt.

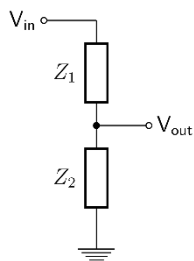
Tabelle 1 Pinbelegung

Arduino Pin	Mode	Funktion
Pin 2	Input	Photo-Sensor
Pin 3	Input	Hall-Sensor
Pin 4	Input	Trigger
Pin 5	Input	Switch
Pin 7	Output	Blackbox Led gelb
Pin 9	Attached to Servo	Servo

Pin 10/11	Input	Butt1/Butt2
Pin 12/13	Output	LED1/LED2

Sensoren mit Arduino:

Der Zustand von den Sensoren wird anhand des „DigitalRead“ Befehls ermittelt: Das hat die Bedeutung, dass wir mit Digital- Logik arbeiten müssen also entweder (0 ,1 oder HIGH, LOW) oder mit dem entsprechenden elektrischen Signal (5 V, 0V). Allerdings arbeiten die beiden Sensoren mit 12V Spannung und liefern auch Ausgangsspannung von 12V, deswegen wurde Voltage-Divider (siehe Abbildung) für 5v Stufe benutzt.

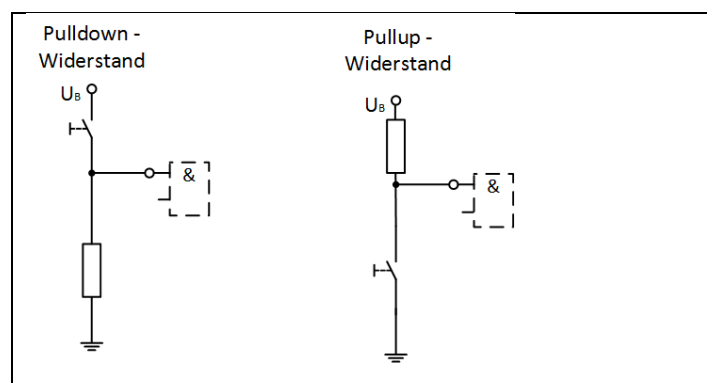


$$V_{out} = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} \cdot V_{in}$$

Die Knöpfe (The Buttons):

Damit die Knöpfe richtig funktionieren sollen wir den sogenannten Pullup- oder Pulldown- Widerstand benutzen.

Ein Pullup- oder Pulldown-Widerstand wird dazu verwendet, einen logischen Eingang auf einen definierten Wert zu "ziehen". Normalerweise befindet sich der Eingang im Zustand "schwebend/hochohmig", welcher sich irgendwo zwischen High und Low befindet. Nun sind Schaltungen leider nicht komplett ohne Störsignale, und durch Einstrahlungen von Signalen kann es nun passieren, dass kurzzeitig mal ein Wert über- oder unterschritten wird und der Eingang plötzlich ein High- oder Lowsignal bekommt. Dies führt dann zu unerklärlichen und unregelmäßig auftretenden Fehlern, die einen Neuling zur Verzweiflung treiben können.



Sensor Valuesänderungen:

Signalwechsel am Photosensor:

Am Anfang haben wir die Zeit anhand des Photosensors gemessen, die die Drehscheibe braucht, um 30° zu bestehen. Diese Zeiten wurden von 30° bis 5500° gemessen und mit aller mögliche schnelle Geschwindigkeit ca. 3.5 U/s.

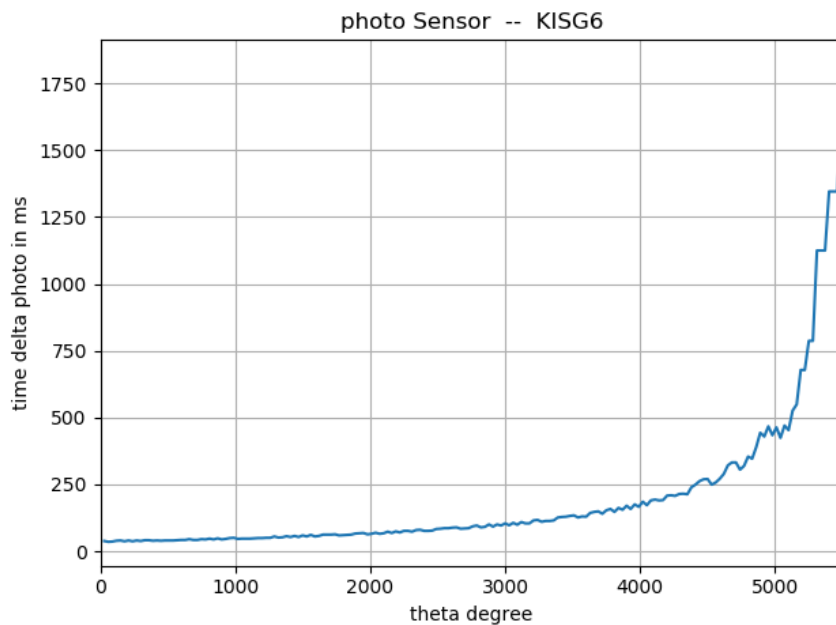


Abb7 1 time delta photo sensor

Danach haben wir andre Betrachtung gemacht bis 1000° , wo sich ein Mittelwert von ca. 41.5 ms ergibt.

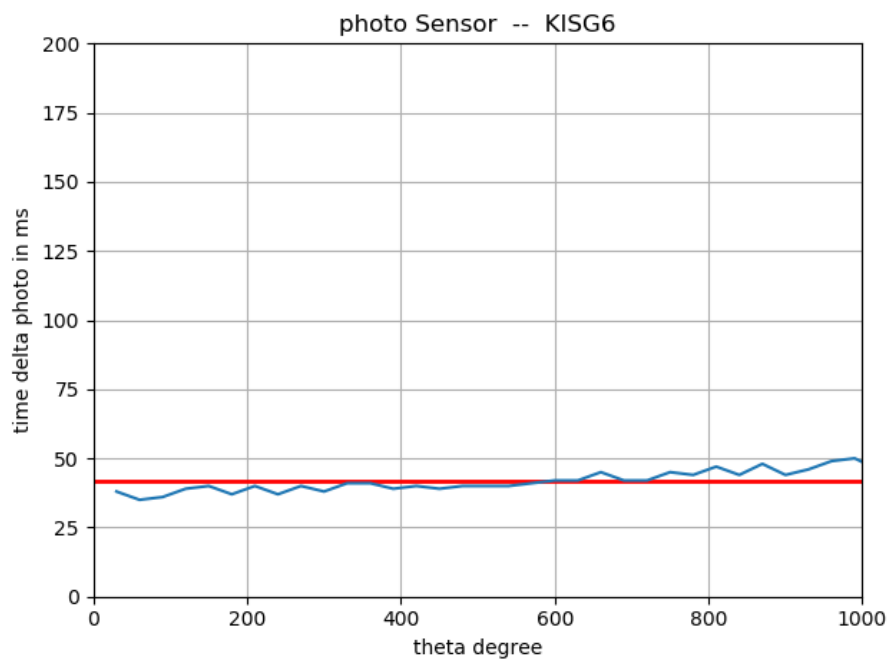


Abb7 2 time delta photo sensor mit Average

Signalwechsel am Hall-Sensor:

Wie bevor aber die Betrachtung hier von (180° bis 40000°) mit der gleichen Anfangsgeschwindigkeit 3.5U/s .

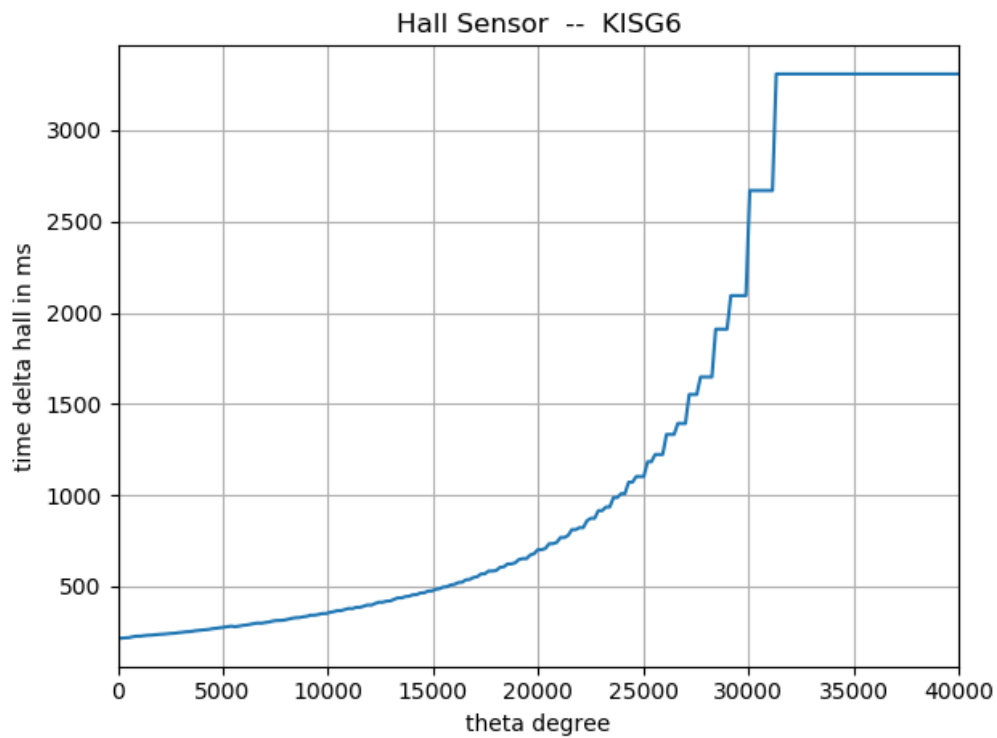


Abb 8 1 time delta hall sensor

Bis 10000° haben wir neue Betrachtung gemacht um einen Mittelwert zu bekommen, die ca. 292 ms war.

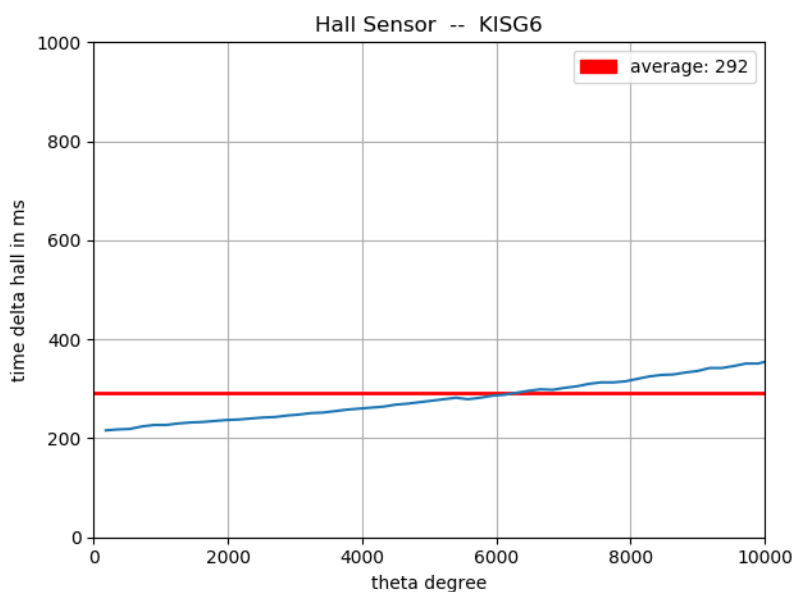


Abb 8 2 time delta hall sensor mit Average

Design:

Die Theorie der Lösung:

Es handelt sich hier um ein physikalisches Problem, die die Zeit, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Winkel und Strecke verbindet. Dieses Problem wurde als gleichförmig beschleunigtes Kreisbewegungsproblem behandelt, deswegen wurden die Kreisbewegungsgleichungen benutzt.

Zuerst wurde die Zeit, die die Kugel bis zum Loch braucht, anhand des Gesetzes des freien Falls.

Der freie Fall ist eine spezielle gleichmäßige beschleunigte geradlinige Bewegung ohne Anfangsweg und Anfangsgeschwindigkeit. Als beschleunigende Kraft wirkt nur die Gewichtskraft des Körpers. Die Beschleunigung wird Fallbeschleunigung genannt.

Das Fallgesetz lautet:

$$v = \sqrt{2gs} \quad \text{Gleichung (1)}$$

g : die Erdbeschleunigung und beträgt 9.81 ms^{-2}

s : die Länge der Strecke und beträgt $75\text{cm}=0.75\text{m}$

Davon ergibt sich eine Fallzeit von ca. 391ms.

Zunächst wurde die Position des Loches anhand der Sensoren erkannt und ermittelt, damit wir rechnen können, wie lang braucht es bis zum 0 Position zurückzukommen und die totale Umdrehungszeit. Wir haben zwei Zähler, ein ist für die Photo_Sections und der andre ist für Hall_Section.

Photo_Sections Zähler zählt von 0 bis 11 und damit werden 12 Teile gezählt. Das ist wichtig um den Winkel zu bekommen alle unsere Berechnungen basieren auf dem Winkel. Es wurde immer mit Radianten gearbeitet, damit wir physikalische Gesetze problemlos benutzen können.

z.B. wenn photo section = 2 dann $\varphi = 2 * \frac{\pi}{6} \text{ rad}$ und der verbleibende Winkel bis zum 0 ist $(2\pi - \varphi)$.

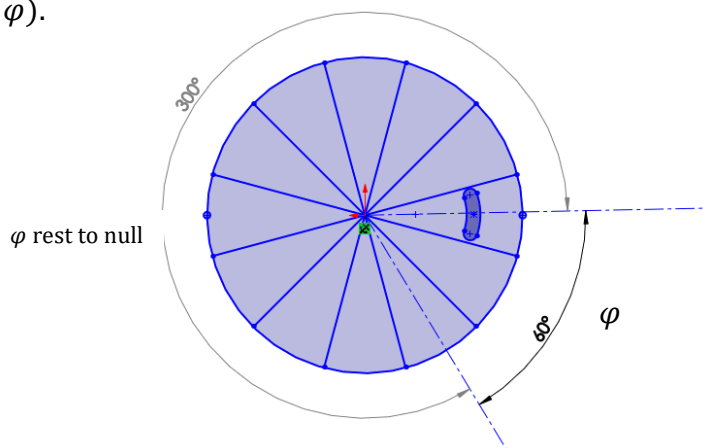


Abb 9 Winkel und Winkel-Rest

Parameter von Kreisbewegungen:

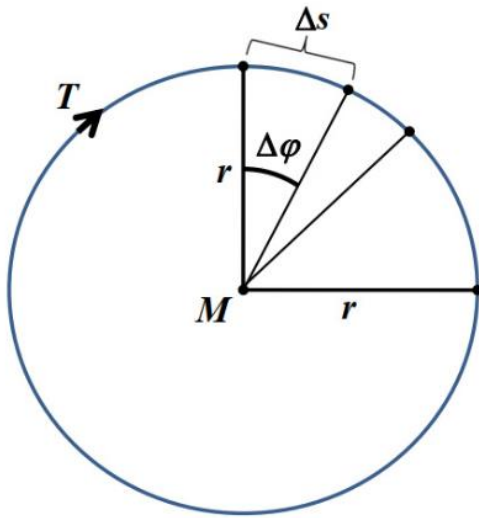


Abb 10 Parameter von Kreisbewegungen

r Radius des vom Bezugspunkt (z. B. Massepunkt) beschriebenen Kreises um Mittelpunkt **M**

T Umlaufzeit [s]

φ Umlaufwinkel (1 Umlauf = 2π)

Δs Weg $\Delta s = r \cdot \Delta \varphi$

f Drehfrequenz $f = \frac{1}{T} [\frac{1}{s}, Hz]$

ω Kreisfrequenz $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \cdot f$

Die **Kreisfrequenz ω** ist eine Geschwindigkeit, die **Winkelgeschwindigkeit**.

Sie gibt die **Änderung des Umlaufwinkels** an: $\omega = \frac{d\varphi}{dt} \Leftrightarrow \varphi = \omega \cdot t$ Gleichung (2)

Formeln der Kreisbewegung:

$$\varphi = \varphi_0 + \omega_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot \alpha \cdot t^2 \quad \text{Gleichung (3)}$$

$$\omega = \omega_0 + \alpha \cdot t \quad \text{Gleichung (4)}$$

$$\alpha = \text{const}$$

Die Gleichungen (2,3,4) spielen die Hauptrolle in dieser Lösung, so dass 2 der Rechnung der ω_0 , 3 der Rechnung der Zeiten (total, Rest), 4 der Rechnung der Geschwindigkeit dienen.

Bemerkung: obwohl es sich hier um eine regelmäßige beschleunigte Bewegung handelt, weil keine andren oder äußeren Kräfte auf die Drehung bewirken sollten, ist aber nicht der Fall und wir haben große Änderungen beim Beschleunigung betrachten. Der Grund dafür ist große Reibungskraft.

UML Diagramm:

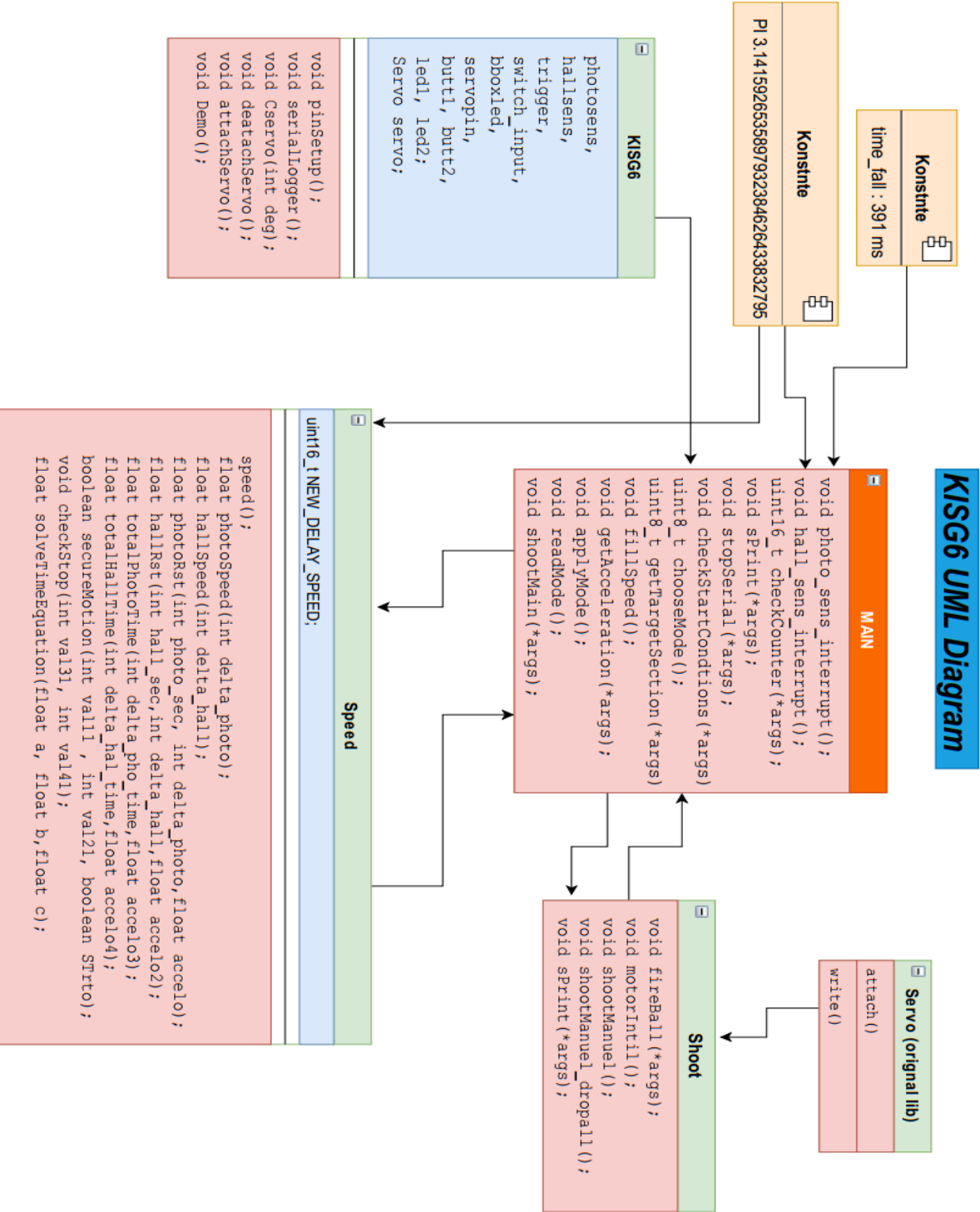


Abb 11 Klassendiagramm

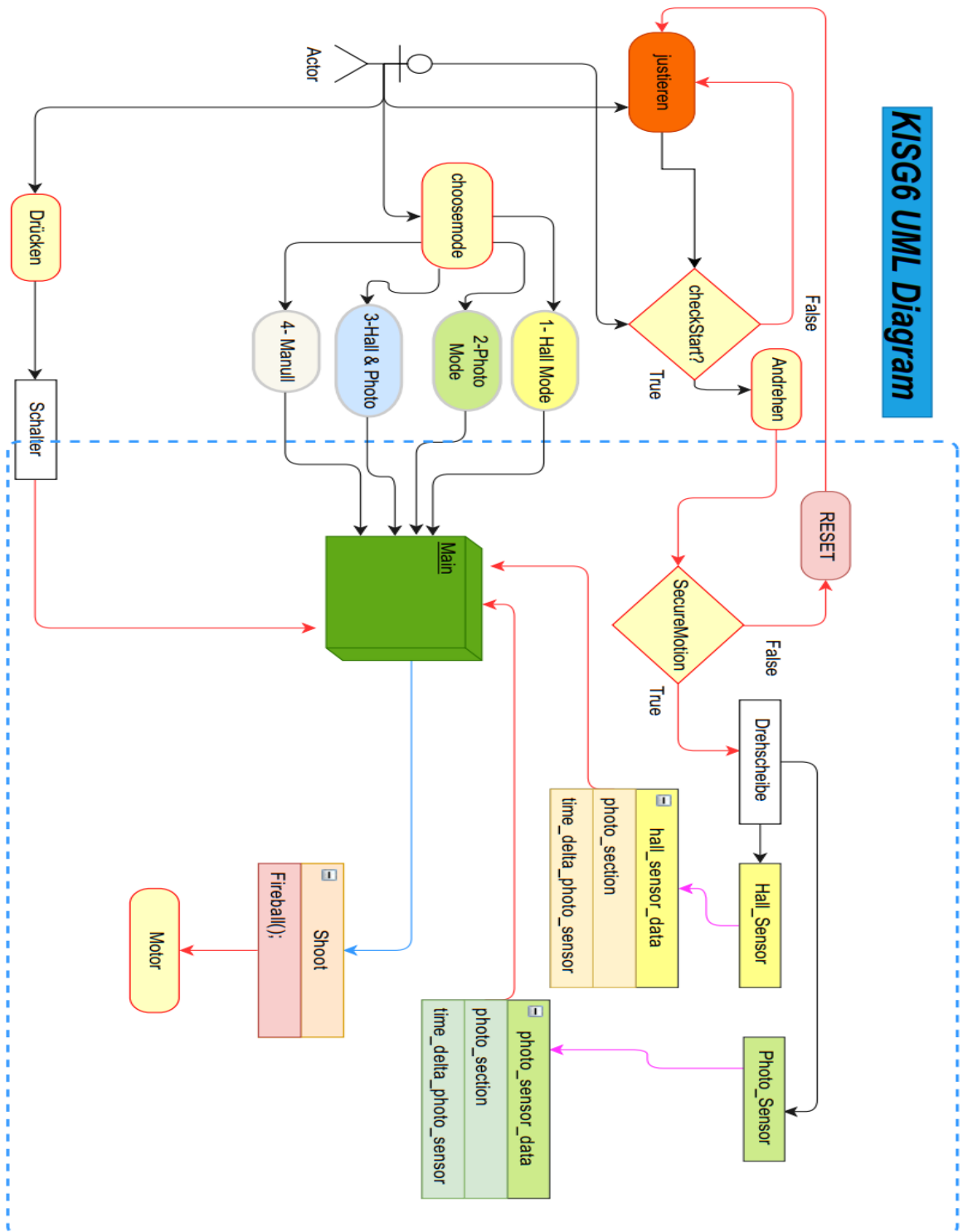


Abb 12 Workflowdiagramm

