

### Worst Case Execution Time

Bei der WCET-Analyse wird eine obere Grenze für die Ausführungszeit von Code (funktion) bestimmt. Die Ausführungszeit hängt von den Eingangsdaten und der Hardware ab.

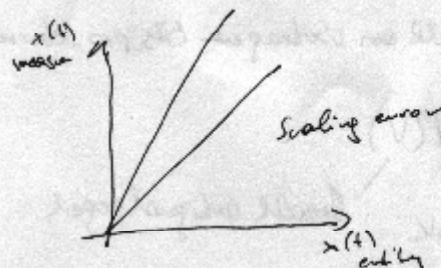
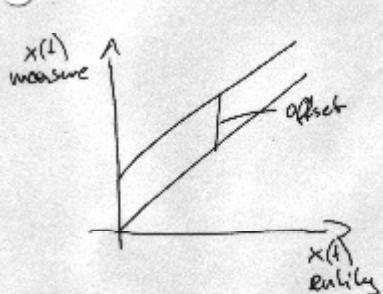
Es ist zu aufwändig für alle möglichen Eingangsdaten die Ausführungszeit zu messen, somit wird oft der längste Ablaufsweg ermittelt und die WCET für diesen berechnet.

### Anten von Messfehlern

→ Systematische Fehler: reproduzierbare Abweichungen, die durch Kalibrierung korrigierbar sind (Scaling, Offset, ...)

→ "Conditional" Errors: Stören durch externe Quellen (z.B. Elektromagnetische Strahlung, ...)

→ Stochastische Fehler: zufällige Fehler (z.B. noise)



### Waterfall-Modell

requirement

↓  
Design

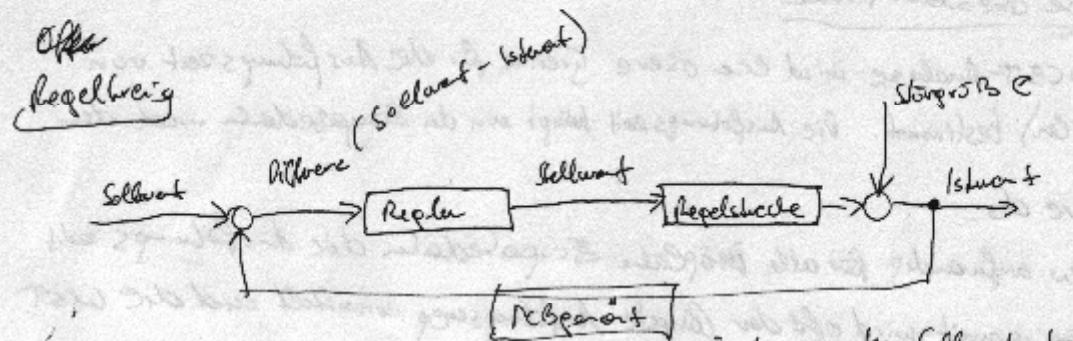
↓  
Implementation

↓  
Verification

↓  
Maintenance

Phasen sind voneinander getrennt.

Klarer Ablauf.



Vorteile: Das System reagiert nicht so empfindlich auf Änderungen des Sollwerts bzw. auf Störungen. Automatisches Anpassen auf bestimmte Werte möglich.  
Nachteile: Regelgerät notwendig; Regelstrecke instabil

### Nyquist-Shannon-ALS für Kreisen

Ein harmonisches, bandbegrenztes Signal von  $\omega_2$  bis  $\omega_{max}$  muss mit einer Frequenz  $> 2 \cdot \omega_{max}$  abgetastet werden, damit aus dem Ursprungssignal wieder herstellen kann.

### Bit-Rate : Bandrate

Bandrate ist die Anzahl an Signalauskopien pro Sekunde.

Bitrate ist die Anzahl an übertragenen Bits pro Sekunde

$$R = R_s \cdot b d(v)$$

bitrate
bandrate
bitrate adaptivpegel

### Time Slotting

TG: Terminal Gap : Hostspezifische Wartezeit

SG: Synchronisations Gap : warten alle Host

TI: Transmit Intervall : dauert ein Host nicht über TI ab Übernahmzeit

$$TI > SG > \max(TG) > \text{Propagation delay}$$

Beschreibung:

Jeder Host wartet das SG. Danach wartet jeder Host sein TI ab und sendet falls noch niemand anders (mit einem niedrigeren TG) sendet und wartet danach mindest das TI ab bis er wieder sendet.

### Clock synchronization

Wird benötigt, um die Uhren von Hosts eines Systems innerhalb einer gewissen Präzision zu halten. Dazu wird ein CS-Algorithmus periodisch (Resynchronisationsintervall) ausgeführt.

Drift offset: gibt an wie weit zwei über vor einander abweichen innerhalb des Resynchronisationsintervalls

Central Master Algorithm: Präzision = Sister + Drift Offset

$$\text{Sister} = 15\text{ps}$$

$$\text{Driftrate} = 10^{-4} \text{ s/s}$$

$$\text{Resync Interval} = 200\text{ms}$$

$$\text{Präzision} = 15 \cdot 10^{-6} \text{ s} + \frac{10^{-4}}{5} \text{ s} (.2\%)$$

präzise  
Drift und  
über und unter

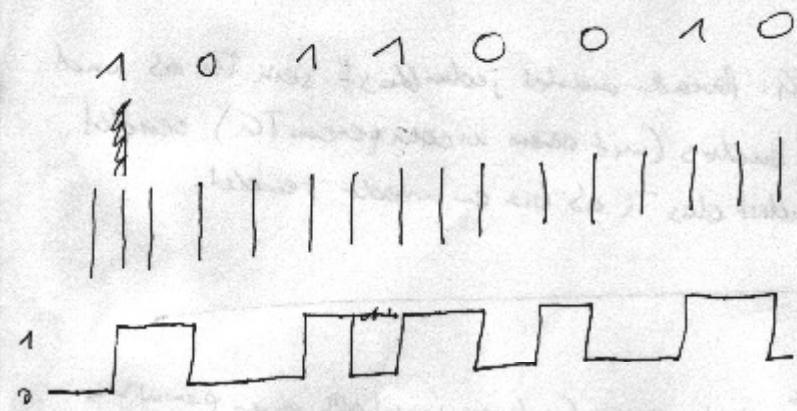
Externe Clocksynchronization: Externe Zeitreferenz (z.B GPS)

### Pseudotakt-Walzeitung)

Jedes Bit enthält eine Signalaänderung.

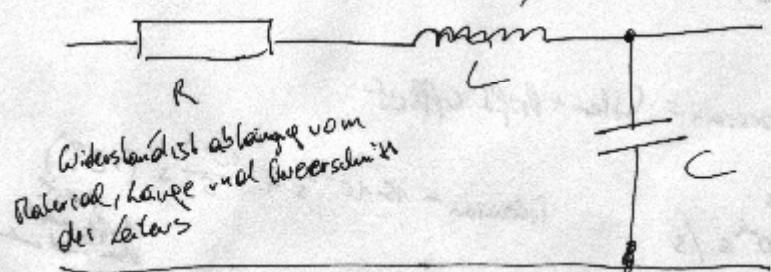
Jedes zu übertragende Bit wird in 2 Bits aufgeteilt. Das erste invertiert, das zweite hat den jeweiligen Wert.

⇒ In der Mitte tritt eine Signalaänderung auf.



### Ersatzschaltbild für einen Leiter

Induktivität  
abhängig von der Länge und dem Querschnitt  
der Leitung



Widerstand ist abhängig vom Material, Länge und Querschnitt des Leiters

Kondensator ist abhängig von der Leiterplatte (Material zu Boden)

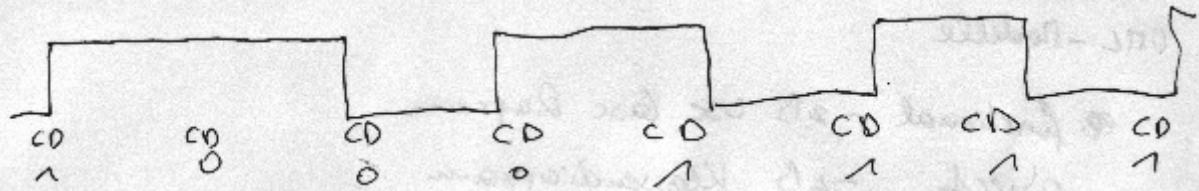
MF

Modified Frequency Modulation:

Kontrolle der Frequenz in Clock und Data Points.

Data Points switchen falls "1" übertragen werden soll.

Clock Points wechseln falls  $\geq 2$  "0" übertragen werden soll.



### Requirementsanalyse

Funktionsale Requirementsanalyse beschreibt das Verhalten eines Systems  
(Use Cases!)

Nichtfunktionsale Requirements beschreiben Kriterien für die Beurteilung  
eines Systems.  
des Ablaufs

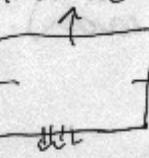
### smart transducer

Besteht aus einem Sensor ~~oder~~ oder Aktuator, einem "PIC" und  
einem Netzwerksinterface.

Interfaces eines Smart Transducers:

RT-Service Interface

Management  
Interface



Local Interface

## Validation & Verifikation

Verifikation: System wird überprüft, ob es den Spezifikationen entspricht

Validation: Überprüft, ob die Spezifikation der Wirklichkeit/den Anforderungen entspricht.

## UML - Modelle

functional - zB Use Case Diagram

object - zB Klassendiagramm

dynamic - zB Sequenzdiagramm

## Safety & Security

Safety: Schutz gegen technische Fehler (zB Ausfälle)

Security: Schutz gegen absichtliche Manipulation (wird durch Security Policies erreicht)

## CAN

Control Area Network: Busprotokoll, das in Automotive-Industrie eingesetzt wird. Message encoding: NRZ

Ablaufweise:  
Ein Node beginnt zu senden, wenn der Bus frei ist.

Sollten zwei gleichzeitig anfangen zu senden, dann "gewinnt" derjenige mit der dominanten ID (der andere hört auf zu senden).

Buslänge: Bis 5000 m

Bitrate: Bis 1 Mbit (40m Bus)

### Eigenschaften eines RTOS:

Gewährleistete maximale Execution Time für Syscalls

Gewährleistete OS-Response bei externen Events

Gewährleistete maximale Execution Time für OS-Funktionen (Interrupts, brecher context switches)

Deterministisch, Predictable!

### SCADE:

Block Diagramme: für kontinuierliche Abläufe

innerhalb dieses Diagramms  
gibt es keine Verzögerung

State Machines: für diskrete Abläufe

Granularity wird a priori festgelegt.

Berechnungen innerhalb der Block-Diagramme müssen kleiner als die  
Granularität der diskreten Abläufe sein. (wird vom Compiler gelöst).