1 Definitionen

Prozess : Abläufe, mit welchen Materie, Energie und Informationen umgeformt, gespeichert bzw. transportiert werden (ISO).
↪ **technischer** Prozess: Ein- und Ausgabe und Zustand kann technisch gemessen, gesteuert, geregelt werden.

System : Gebilde, kann Eingabesignale aus der Umwelt entgegen nehmen und Ausgabesignale abgeben.

Sensoren nehmen Informationen über den Zustand eines technischen Prozesses durch Messung auf und leiten diese zum Computer

Aktoren Zugriff über Stellperipherie, welche über Aktoren in den Prozess eingreift.

Signal Zeitlicher Verlauf x(t) einer (physikalischen) Größe, welcher Informationen in sich trägt.
↪ **Testsignal**: ist ein typisches Signal, das zur Prüfung oder Identifizierung eines Systems dient
↪ **Elementarsignal**: Unter einem Elementarsignal versteht man eine Klasse von Zeitfunktionen, aus denen jeder beliebige Signalverlauf zusammensetzbar ist.

Gewichtsfunktion Ein lineares, zeitivariantes und kausales (LTI-)System wird durch die Gewichtsfunktion g(t) (bzw. Stoßantwort) eindeutig beschrieben. Besitzen also zwei Systeme dieselbe Gewichtsfunktion g(t), so sind sie verhaltensgleich, d. h. bei gleichen Signalverläufen an ihren Eingängen liefern beide an ihren Ausgängen ebenfalls identische Signalverläufe.

Informationsverlust : Durch Abtastung gehen die Verläufe des Signals zwischen den Abtastungen verloren.

2 Eigenschaften von Systemen

statisch : $y(t)$ ist stets ausschließlich von $x(t)$ abhängig (Eingangssignal zum gleichen Zeitpunkt). Kann mit statischer Kennlinie $y = f(x)$ beschrieben werden.
↪ sonst *dynamisch*.

zeitkontinuierlich : Ist das Signal zu jedem Zeitpunkt definiert, nennt man es Zeitkontinuierlich.
↪ sonst *zeitdiskret*

linear : Es gilt das Superpositionsprinzip:

$$f(x_1 + x_2) = f(x_1) + f(x_2)$$

bzw. für dynamische Systeme:

$$f(x_1(t) + x_2(t))) = f(x_1(t)) + f(x_2(t))$$

↪ **Diese 3 Kriterien teilen die Systeme in *Systemklassen* auf.**

wertdiskret : Ein Signal x(t) ist wertdiskret, wenn seine abhängigen Variablenwertexzu einer endlichen Menge von Zahlen (Wertevorrat) gehören.
↪ sonst wertkontinuierlich

↪ **Zeit-/Wert- -diskretheit/-kontinuität teilt Signale in *Signalklassen* auf.**

kausal : Es tritt keine Wirkung vor ihrer Ursache auf.

schwach : gleiche Ursache $\Longrightarrow$ gleiche Wirkung

stark : ähnliche Ursache $\Longrightarrow$ ähnliche Wirkung

3 Lineare Systeme

Satz 1 (Faltungssatz)**.** Mit Gewichtsfunktion $g(t)$ ($\approx$ Impulsantwort):

$$y(t) = x(t) * g(t) \Leftrightarrow \int_{-\infty}^{\infty} x(\tau)g(t-\tau)d\tau$$

im diskreten Fall (mit Gewichtsfolge $g(kT)$):

$$y(kT) = x(kT) * g(kT) \Leftrightarrow \sum_{j=-\infty}^{\infty} g(kT - jT)x(jT)$$

Satz 2 (Aliasing/Stroboskop-Effekt)**.** Wird ein Cosinus-Signal mit Frequenz f mit Periode $T_A = \frac{1}{f_a}$ abgetastet entehen weitere Signale mit $f_{al} = n \cdot f_a \pm f$.

Satz 3 (Abtasttheorem)**.** Für vollständige Signalrekonstruktion muss für Abtastfrequenz f_a und höchste Signalfrequenz f gelten:

$$f < \frac{1}{2} f_a$$

Satz 4 (BIBO-Stabilität)**.** Ein System ist *bounded input - bounded output*-Stabil, wenn es für endliche Eingaben stets endliche Ausgaben liefert:

$$|x(t)| < \infty \implies |y(t)| < \infty \qquad \Leftrightarrow \int_{-\infty}^{\infty} |g(t)|dt < \infty$$

4 Filterklassen

IIR(infinite impulse response) : auto regressive (AR), rekursive Filter, Singalflussgraph enthält Zyklen
$\hookrightarrow$ **Impulsantwort ist an unendlich vielen Stellen** $\neq 0$

FIR(finite impulse response) : moving average (MA), nichtrekursive Filter, Signalflussgraph enthält keine Zyklen
$\hookrightarrow$ **Impulsantwort ist an endlich vielen Stellen** $\neq 0$

5 Steuerung

Offene Steuerung(open loop) : alle Teile des Systems sind rückwirkungsfrei in Reihe oder parallel geschaltet und der Signalflussgraph ist zyklenfrei $\hookrightarrow$ System muss vollständig bekannt sein, unbekannte Störgrößen werden nicht berücksichtigt, Muss auf Stellglied hinsichtlich Stellgröße vertrauen

Regelung (closed loop) : geschlossene Wirkungsabläufe und zyklische Signalflussgraphen (Regelkreis)

Größe	**Bezeichnung in der Regelungstechnik**
Rohr(Prozess)	Regelstrecke
Soll-Durchfluss	w-Führungsgröße
Ist-Durchfluss	x-Regelgröße
Differenz Soll-Ist	e-Regeldifferenz
Schieberposition	y-Stellgröße
Störeinflüsse	z-Störgröße

6 Rechenregeln in Systemen

Rückwärtsrechenregel:

$$t \to k \cdot T$$

$$dt \to T$$

$$d \to \Delta, \Delta x = x(kT) - x((k-1)T)$$

P-System :

$$y(t) = K_P \cdot x(t) \to y(kT) = K_P \cdot x(kT)$$

I-System :

$$y(t) = K_I \cdot \int_{-\infty}^{t} x(\tau) \cdot dt \to y(kT) = y((k-1)T) + T \cdot K_I \cdot x(kT)$$

D-System :

$$y(t) = K_D \cdot \frac{x(t)}{dt} \to y(kT) = K_D \cdot \frac{x(kT)}{T}$$

T_1**-System** :

$$y(t) + T_1 \cdot \frac{dy}{dz} = x(t) \to (1-\alpha) \cdot y((k-1) \cdot T) + \alpha \cdot x(kT) \text{ mit } \alpha := \frac{T}{T+T_1}$$

T_t**-System**

$$y(t) = x(t - T_t) \to y(kT) = x(kT - T_t) \text{ mit } T_t = n \cdot T$$