Elektronik für Informatiker

Eine Einführung in Analoge und Digitale Systeme für Informatiker mit Elektronikgrundlagen und Signalverarbeitung

Prof. Dr. Stefan Bosse

Universität Koblenz - Praktische Informatik

Dynamische Systeme

- Bisher hatten wir nicht zeitabhängige und lineare Systeme betrachtet
- Hier werden zeitabhängige Systeme betrachtet (aber noch linear)
    - Frequenzfilter
    - Integrator
    - Differenzierer (Ableitung)

Transformation einer veränderlichen Variable x in eine Zeitvariable x ermöglicht das Lösen von Gleichungssystemen und Differentialgleichungen.

Passive dynamische Systeme

- Wir benötigen reaktive Bauelemente: Kapazitäten und Induktivitäten

[Rost et al.]

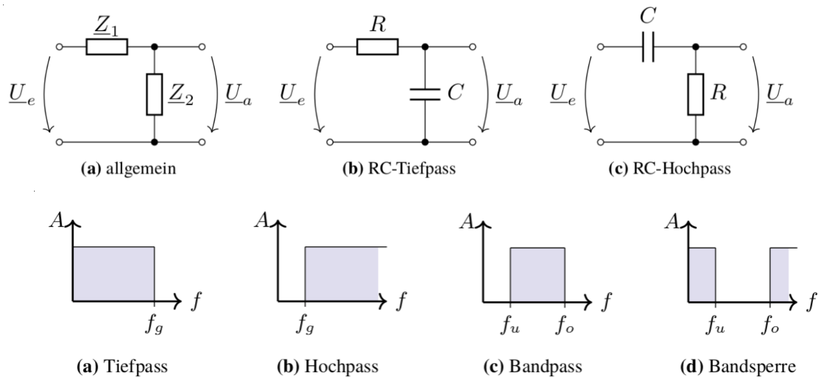


Abb. 1. Die Verwendung von Kapazitäten führt auf Frequenzfilter mit bestimmten Filtercharakteristiken. Ein zeitabhängiges Signal besitzt eine Frequenz (oder Frequenzspektrum). Oben: Komplexer Spannungsteiler, Unten: Filtercharakteristiken idealer Frequenzfilter

Passive dynamische Systeme

$$g(\omega) = \frac{U_a}{U_e} = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2}$$

- Die Funktion g(ω) heißt Übertragungsfunktion; sie kann in Betrag und Phase zerlegt werden.
- Den Betrag der Übertragungsfunktion nennt man den Amplitudengang und die Phase den Phasengang.
- Der Begriff Frequenzgang umfasst Amplituden- und Phasengang eines linearen Systems.
- Alle Größen sind hier komplexe Zahlen!

Aktive Filterschaltungen

[https://www.electronics-tutorials.ws/de/filtern/aktiver-tiefpassfilter.html]

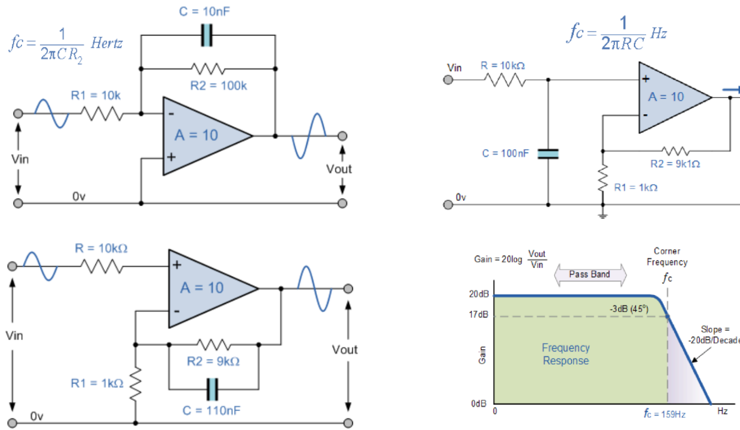


Abb. 2. Man kann nun die passiven Tief-. Hoch- und Bandpassschaltungen in die Funktionsblöcke eines Operationsverstärkers integrieren und man erhält aktive Filter (hier Tiefpass).

Der Integrator

- Wir betrachten in diesem Kurs keine zeitabhängigen Signale (an sich), sondern zunächst nur stationäre Variablen
- Aber der aktive Tiefpass führt uns auf eine sehr wichtige analoge Berechnungsschaltung: Die Berechnung des bestimmten Integrals!

$$f(x) : x \rightarrow y$$

$$y = x_0 + \int_a^b x \, dx$$

$$\Leftrightarrow$$

$$U_a = U_0 - \frac{1}{RC} \int_{t_0}^{t_1} U_e \, dt$$

Der Integrator

[Ross et al.]

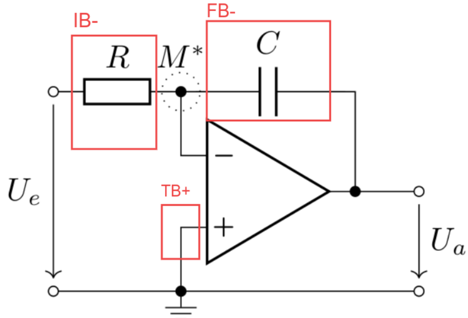


Abb. 3. Integrator abgeleitet aus dem aktiven Tiefpassfilter und dem invertierenden Verstärker.

Wir müssen jetzt eine Variable *x* in eine Zeitgröße *t* transformieren um ein bestimmtes Integral zu berechnen.

[opampint1.txt]

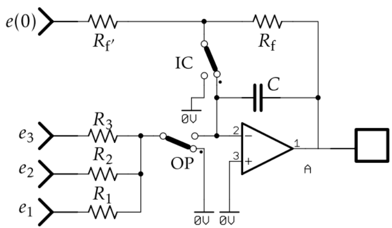
+

Der Integrator

Bei der Integration gibt es eine Startbedingung. Hier wäre es die Ladung 0 des Kondensators (entladen).

- man benötigt für Integration in einem bestimmten Zeitintervall eine Startschaltung (Initial Condition), die i.A. mit (elektronischen) Schaltern realisiert wird.

[Ulmann, 2013]



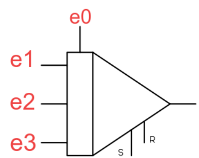


Abb. 4. (Links) Integrator mit OpAmp und Schaltern für die zurücksetzung/Initialisierung mit der Startbedingung e_0 (Rechts) Symbol Analogrechner mit Set und Reset Kontrolleingängen

Der Differenzierer

- Das Gegenstück zum Integrator bildet die zeitliche Ableitung (Gradient) eines (zeitabhängigen) Signals $x(t)$
- Er entspricht einem Hochpassfilter (hohe Frequenzen passieren, tiefe nicht)
- Es müssen nur Widerstand und Kondensator vertauscht werden da die Diefferenzeirung die inverse Funktion des Integrals ist.

$$f(x) : x \to y$$

$$y = \frac{dx\,(v)}{dv}$$

$$\Leftrightarrow$$

$$U_a = -RC\frac{dU_e}{dt}$$

Der Differenzierer

[Siegel et al., 2018]

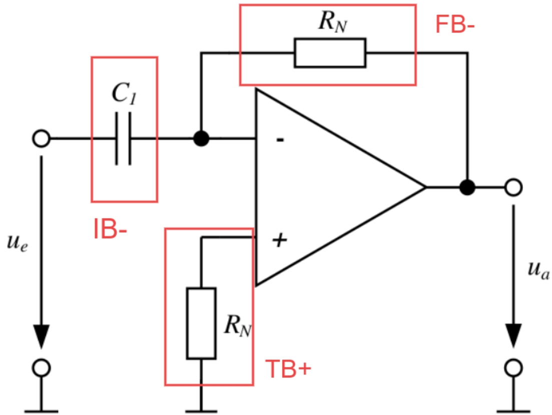


Abb. 5. Invertierender Differenzierer mit Eingangsruhestromkompensation (TB+, optional).

[opampdiff1.txt]

[opampintdiff1.txt]

+