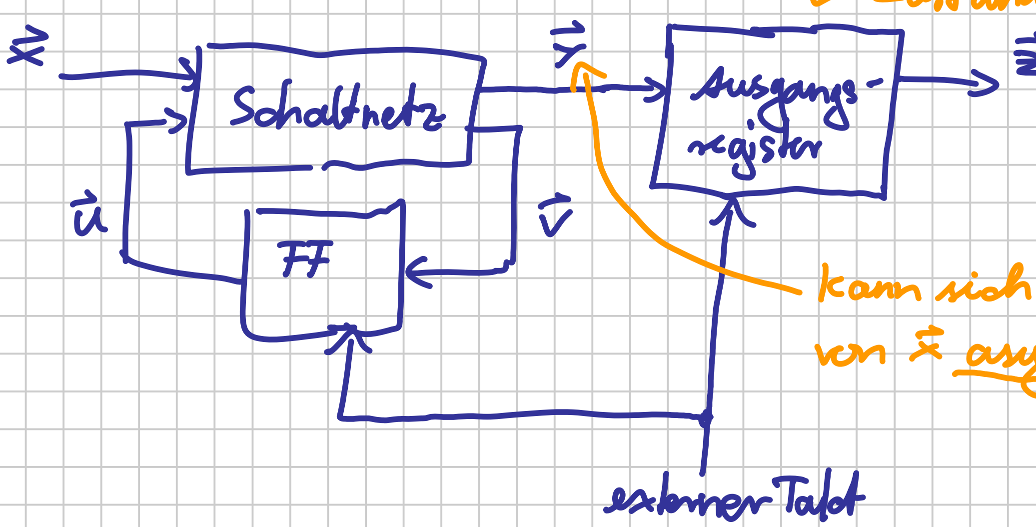
Schaltwerke mit getaktetem Ausgangsregister

Ausgabe wird erst dann übernommen, wenn der Zustandsvektor übernommen wurde



kann sich bei Änderung von $\vec{x}$ asynchron ändern

- verhindert unkontrollierten Wechsel der Ausgangssignale
  -> sichere Arbeitsweise

Schritte beim Schaltwerksentwurf

1. Problemanalyse
   - Zustände und Zustandsvariablen definieren
   - Übergänge und logische Übergangsbedingungen ermitteln
   - Ausgangsvariablen und Ausgangswerte bestimmen
   - Zustandsgraphen, Übergangstabelle
2. Minimierung der Zustände (Kontrolle auf unwesentliche)
3. FF-Typ-Auswahl (D-FF nicht immer aufwand-optimal)
4. Schaltung des Schaltwerks aus der Übergangstabelle

Automaten mit sequentiellen Algorithmen

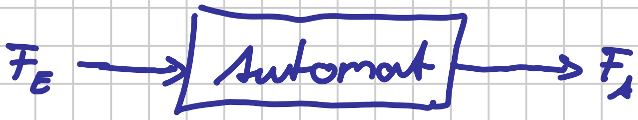
- Beispiel: Fahrkartenautomat als Schaltnetz?

  → gleichzeitige Eingabe von z.B.:
  Entfernung, Tarif, Münzen, etc...

- vernünftige Alternative:

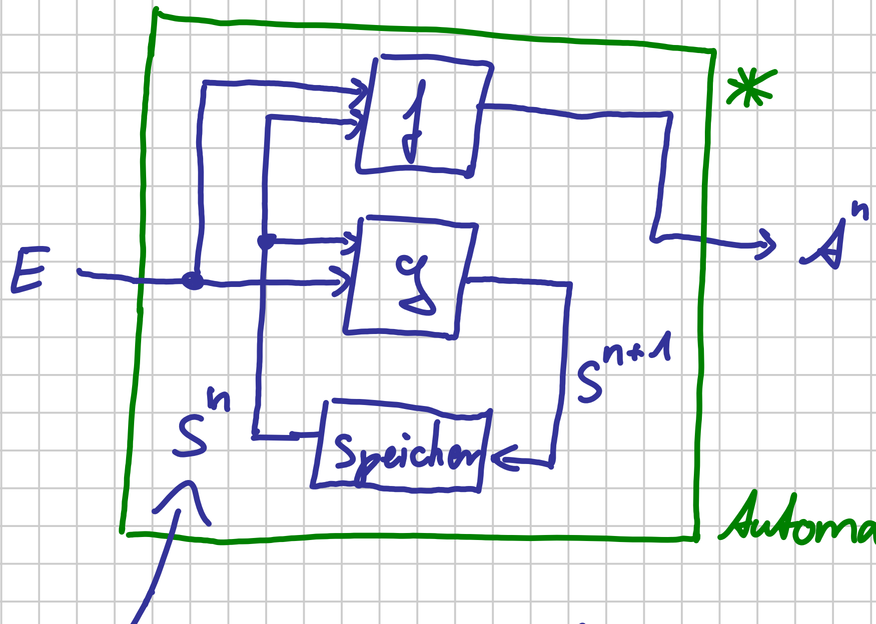
  Automat mit sequentieller Eingabe

Eingabealphabet $E = \{E_1, \dots E_n\}$
Ausgabealphabet $A = \{A_1, \dots, A_r\}$



Ausgabefunktion $A^n = f(E^n, S^n)$

Überführungsfunktion $S^{n+1} = g(E^n, S^n)$ Zustand



Rückkopplung durch Einführung des Zustandsalphabetes

Automatentypen

Mealey-Automat (*)

$A^n = f(E^n, S^n)$

$\vec{y}^n = f(\vec{x}^n, \vec{u}^n)$

Ausgang hängt von Eingabe und Zustand ab.

Bsp.: $y_0 = x_0 \bar{u}_1 \wedge u_1 \bar{u}_0$

Moore-Automat

$A^n = \lambda(S^n)$

$\vec{y}^n = f(\vec{u}^n)$

Bsp.: $y_0 = u_0 u_1 \vee \bar{u}_0 u_2$

Ausgang hängt direkt nur von Zustand ab.

Medwedew-Automat

$A^n \equiv S^n$

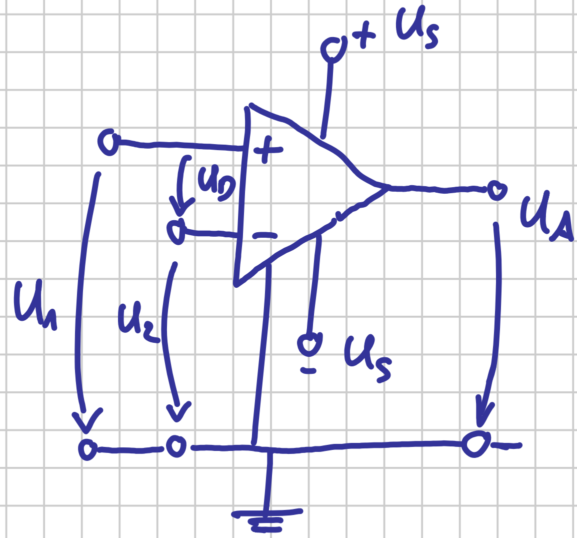
$\vec{y}^n = \vec{u}^n$

f = Identität;
Ausgabe ist gleich dem Zustand.

$y_0 = u_0$
$y_1 = u_1$
usw.

Operationsverstärker und ihre Eigenschaften

Der ideale OpV



beliebiges Spannungssignal lässt sich als gewichtete Summe von Sinusschwingungen

Sinusspg $u_{w_1} \to \boxed{OpV} \to S_{w_1}$

$u_{w_2} \to \boxed{OpV} \to S_{w_2}$

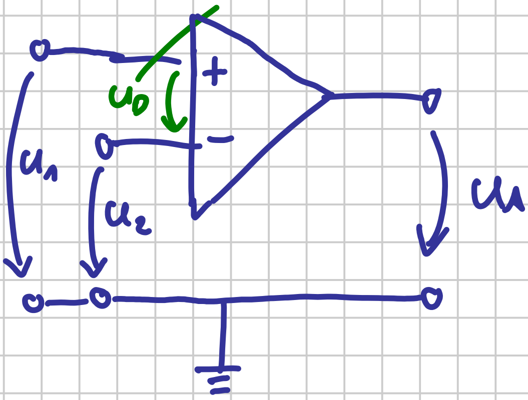
verstärkte Spg

Bei der Verstärkung bleibt die Frequenz ω gleich, Amplitude und Phase ändern sich i.A.

$$a u_{w_1} + b u_{w_2} \to \boxed{OpV} \to a S_{w_1} + b S_{w_2}$$

⇒ OpV ist lineares System

zeitlich änderliche Differenzspannung

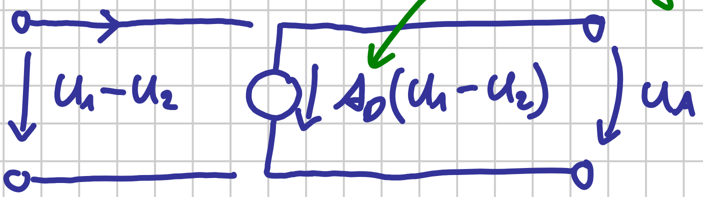


Schaltungssymbol

Eingangswiderstand → ∞

$I = 0$

Verstärkung



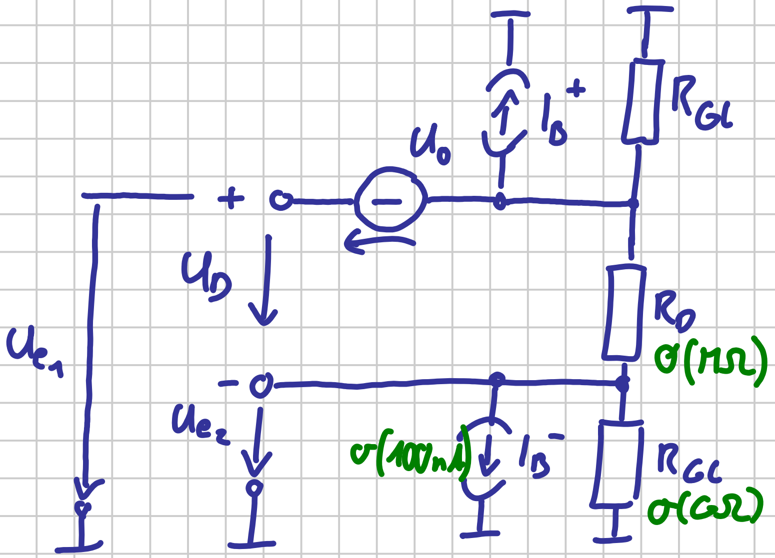
Ausgangswiderstand 0

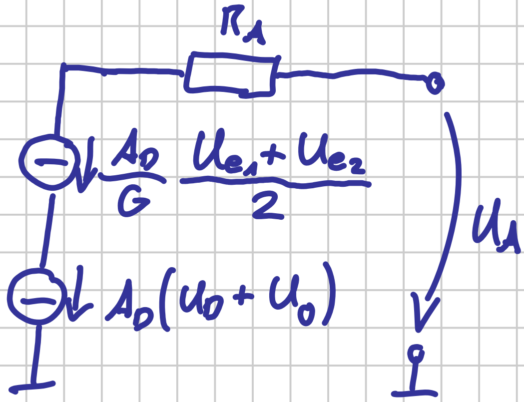
Ersatzschaltbild

$$U_A = \lim_{A_D \to \infty} A_D (U_1 - U_2)$$

Amplitude wird verstärkt
Phase bleibt gleich

"Realer" Operationsverstärker (ESB)





$$A_{Gl} = \frac{A_D}{G}$$

← Differenzverstärkung

← Gleichtaktunterdrückung

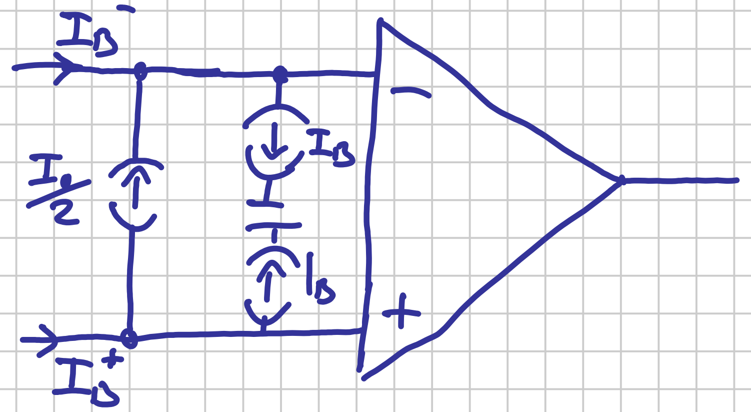
Gleichtaktverstärkung

U_A ergibt sich aus:

- Differenzanteil (gewünscht) + Offsetverschiebung U_0
- Gleichtaktanteil $\frac{1}{2}(U_{e_1} + U_{e_2})$ (unerwünscht)

- Offseteingangsstrom u. Eingangsruhestrom

↳ Eingangsunsymmetrie I_0 ↳ Basisströme der Eingangsstufen I_B

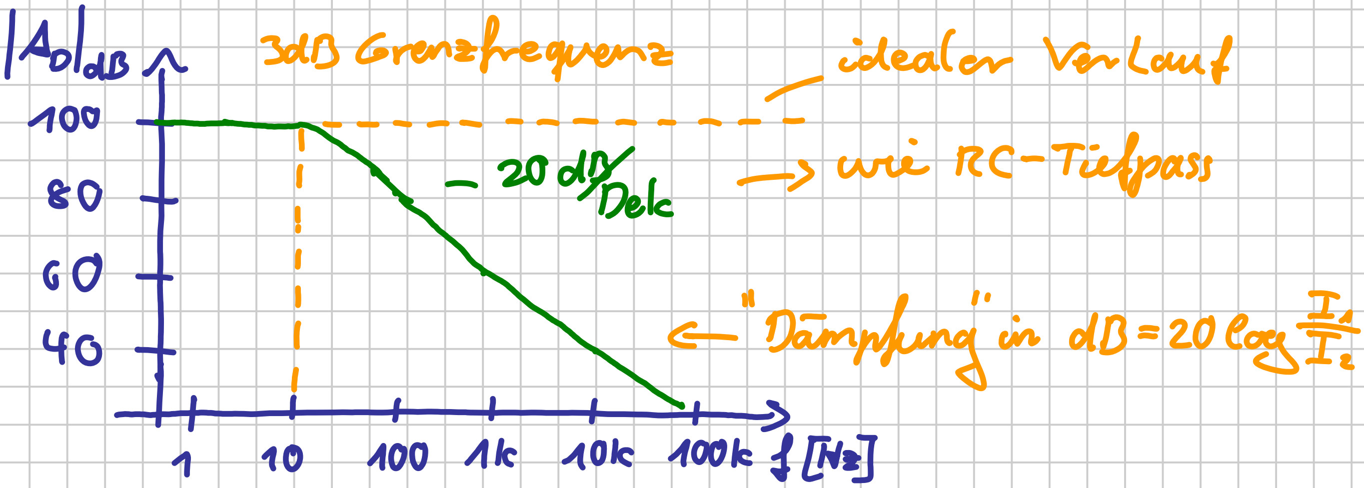


$$I_B^+ = I_B + \frac{I_0}{2}$$

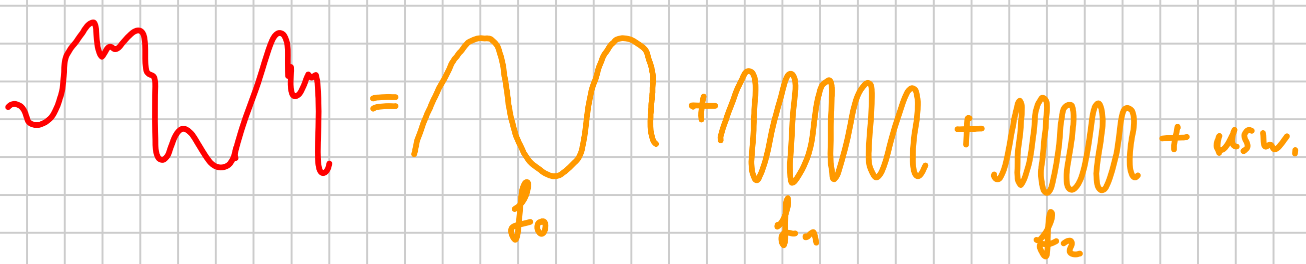
$$I_B^- = I_B - \frac{I_0}{2}$$

- <u>(Leerlauf-) Differenzverstärkung</u> → A_D

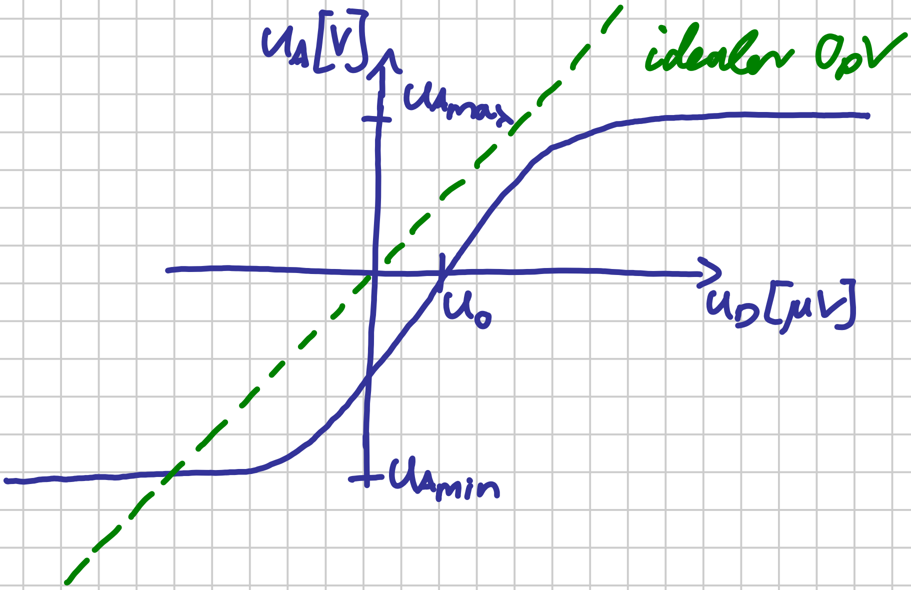
$$A_D = \frac{\Delta U_A}{\Delta U_D} = \frac{\Delta U_A}{\Delta(U_+ - U_-)} = \begin{cases} \frac{\Delta U_A}{\Delta U_+} & \text{für } U_- = \text{const} \\ -\frac{\Delta U_A}{\Delta U_-} & \text{für } U_+ = \text{const} \end{cases}$$



Signal



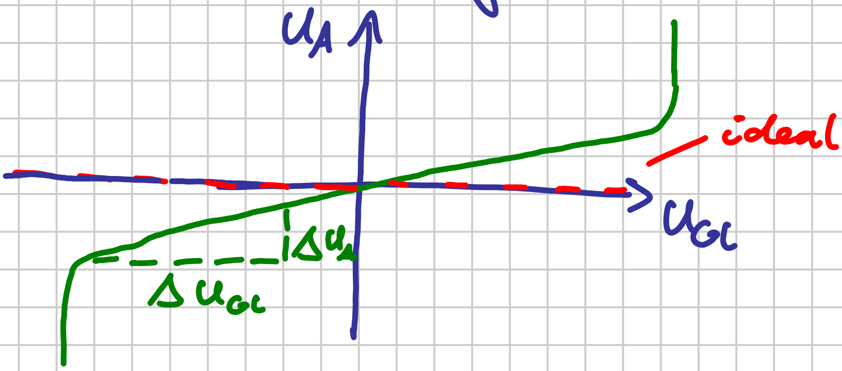
Offsetspannung - Kennlinie



$$\delta U_0(\vartheta, t, U_b) = \frac{\delta U_0}{\delta \vartheta} d\vartheta + \frac{\delta U_0}{\delta t} dt + \frac{\delta U_0}{\delta U_b} dU_b$$

Temperatur — Zeit — Betriebsspannung

- Gleichtaktverstärkung /- unterdrückung



$$A_{GL} = \frac{\Delta U_A}{\Delta U_{GL}}$$ Gleichtaktverstärkung

$$G = \frac{A_D}{A_{GL}}$$ Gleichtaktunterdrückung

	ideal	real
A_D	∞	$10^5 - 10^7$
G	∞	$10^4 - 10^7$
U_0	0	$100\mu V - 2mV$
I_0	0	$0{,}1\mu A$