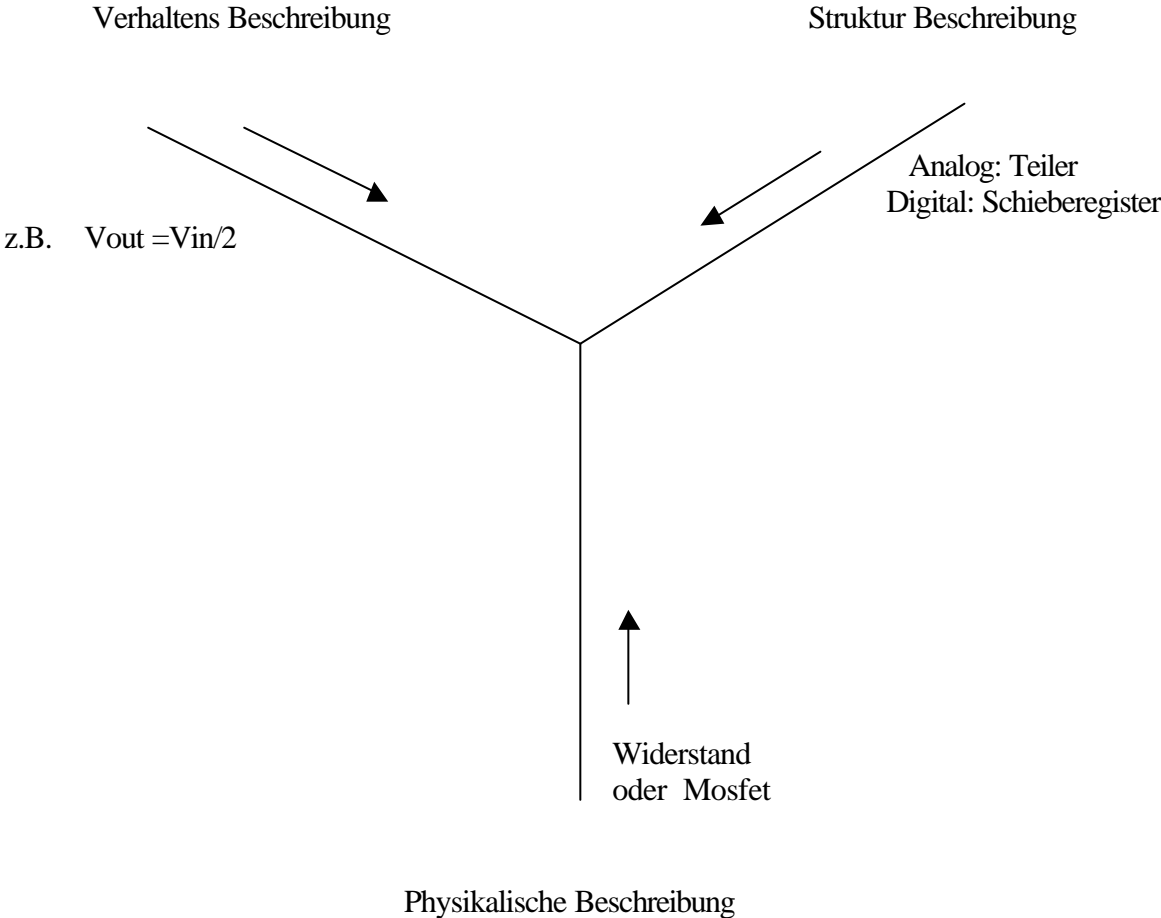


Der Design- und Verifizierungsprozess von elektronischen Schaltungen

Y Diagramm



Analog Design

Verhalten:

Die Ausgangsspannung soll die Hälfte der Eingangsspannung betragen

Um die Struktur der Schaltung zu finden bedarf es eines erfahrenen Designers

Warum???

Folgende Parameter müssen in Betracht gezogen werden

Genauigkeit

Eingangswiderstand

Ausgangswiderstand

Aussteuerungsbereich

Frequenzbereich

Rauschen

Flächenbedarf am Print oder Chip

Toleranz der Komponenten

Verfügbarkeit der Komponenten

Preis

Nebeneffekte (Kapazitäten)

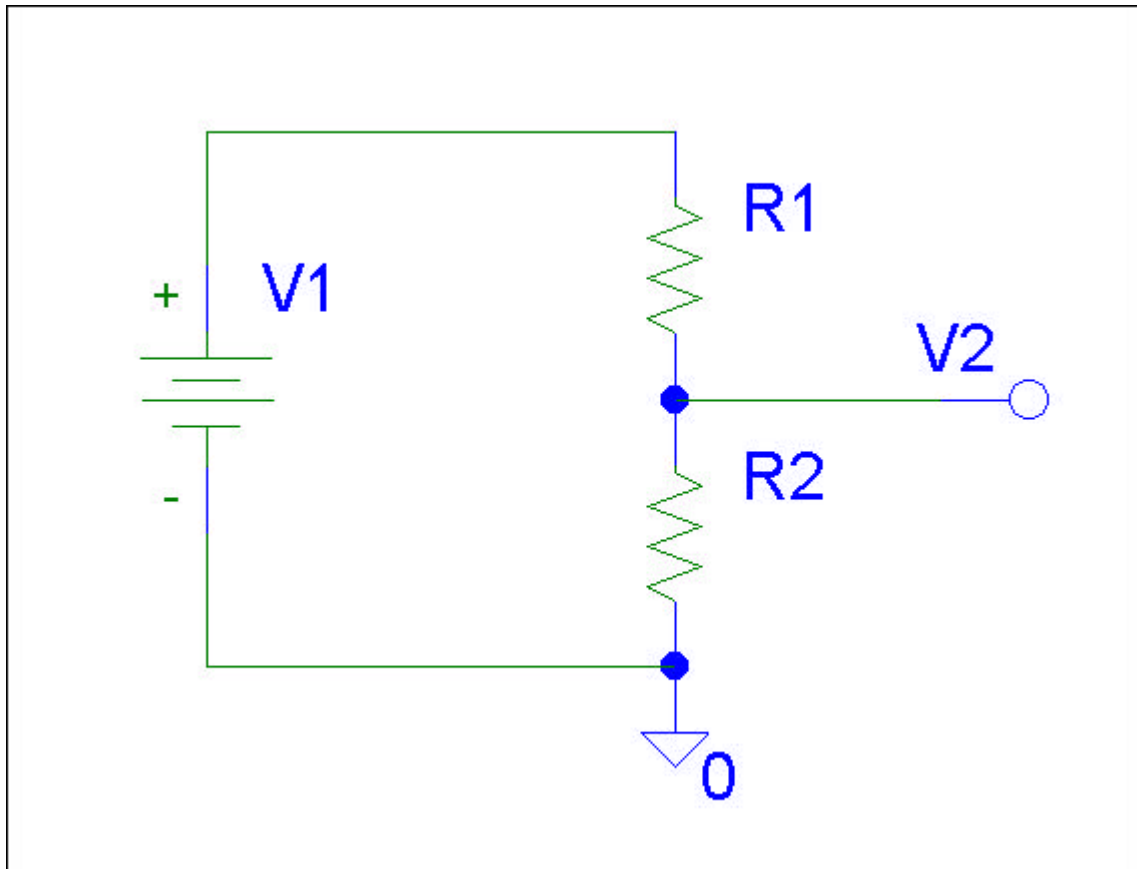
Temperaturgang

Alterung der Komponenten

EMV

zu viele Bedingungen für eine automatische
Synthese

Einfache Struktur zur Lösung dieses Problems



1.Schritt:

Finden der Gleichungen:

Kirchhoff's Gesetz im Knoten (V_2)

$$\frac{V_1 - V_2}{R_1} = \frac{V_2}{R_2} \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{V_1 - V_2}{V_2}$$

↑
unbekannt

2. Schritt: Einen Widerstand wählen

3. Schritt: Den zweiten Widerstand berechnen

Jetzt kann man die Verifikation durch eine Simulation
in der physikalischen Ebene beginnen

$$V_2 = V_1 \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

↑
unbekannt

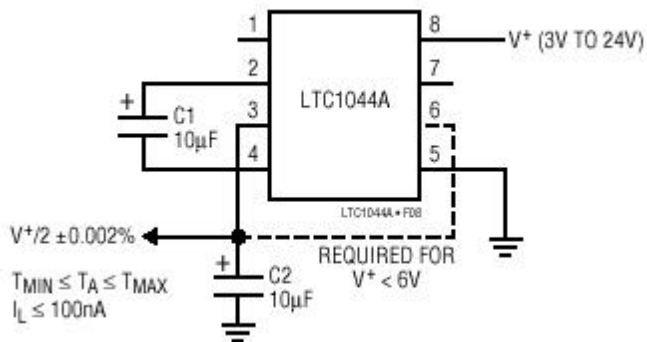
Numerische Simulation mit SPICE

Toleranzen der Komponenten
Simulation über den gesamten Temperaturbereich

Die Verifikation wird durch den Designer und nicht
durch den Simulator gemacht!

Prototyping
Messungen

Zweite Lösung für hohe Teilerpräzision mit der integrierten Schaltung LTC 1044 A

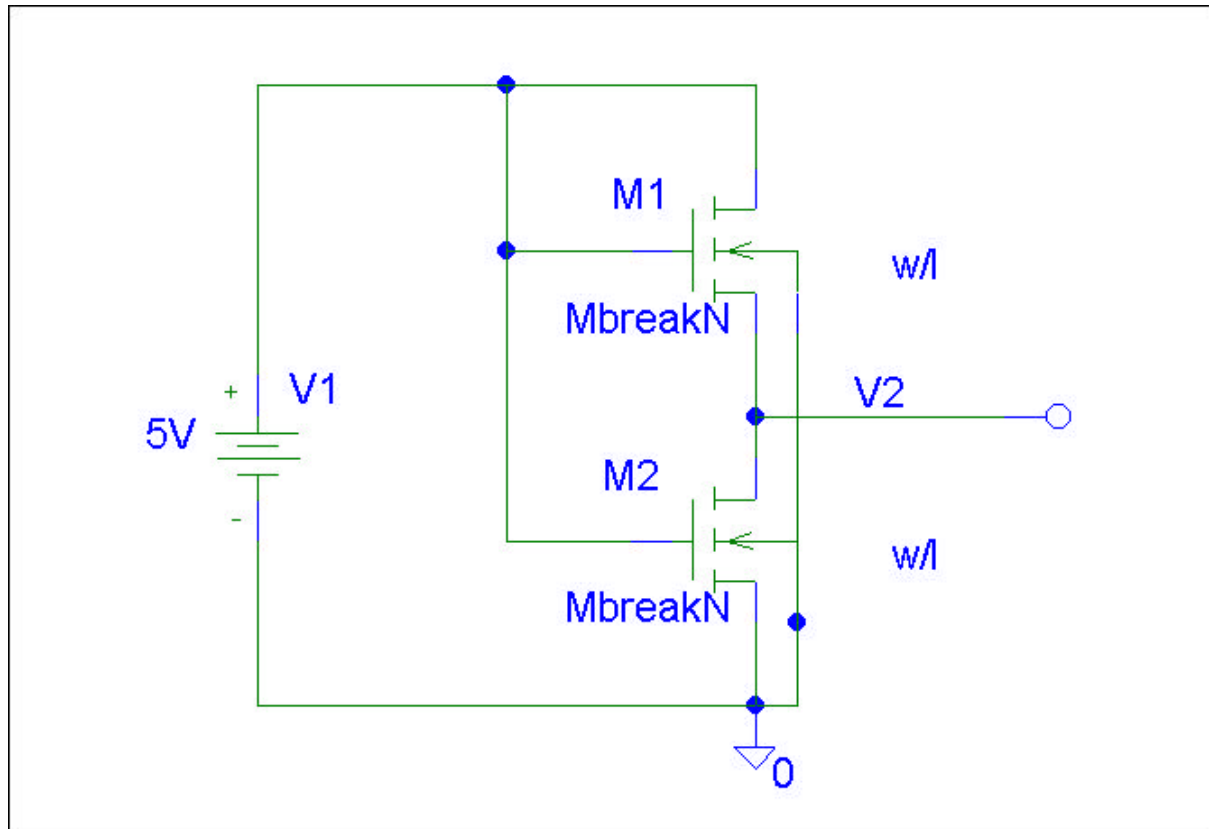


Diese Lösung muß korrekt durch das Design funktionieren

Es ist keine Simulation möglich, da kein SPICE Modell verfügbar ist!

Prototyping und Messungen sind möglich

Eine andere strukturelle Lösung für die Implementation in einer integrierten Schaltung



Schritt 1: Wählen des Stromes durch den Teiler

Schritt 2: Kalkulation in welchem Bereich M1 und M2 arbeiten
(Linear or Sättigung)

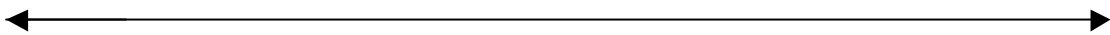
Berechnen der Transistorabmessungen $\frac{w}{l}$ mit vereinfachten Gleichungen

Beispiel

$$\ell = 10 \mu\text{m} \quad V_1 = 5V \quad V_2 = 2,5V \quad V_{to} = 1,5V$$

$$I = 150 \mu\text{A}$$

$$k_p = 60 \times 10^{-6} \frac{\text{A}}{\text{V}^2}$$



vereinfachte Mosfet Gleichungen

$$\mathbf{b} = k_p \frac{w}{l}$$

$$\text{I} \quad V_{gs} < V_{to} \quad I_{ds} = 0$$

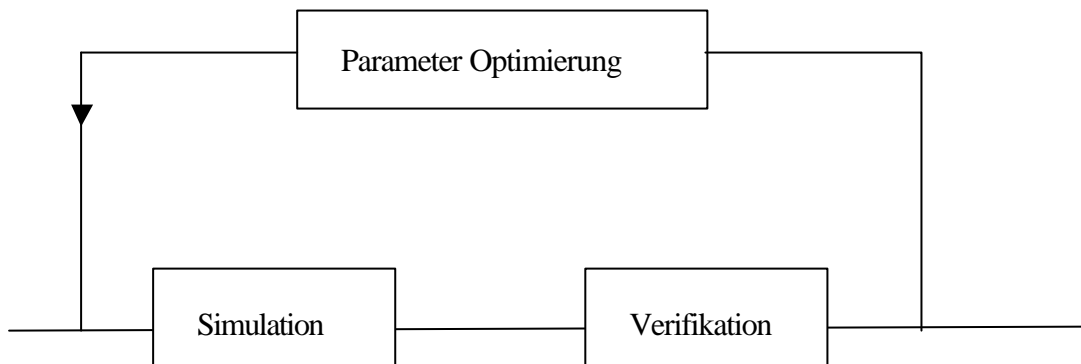
$$\text{II} \quad V_{ds} \leq V_{gs} - V_{to} \quad I_{ds} = \frac{\mathbf{b}}{2} [2(V_{gs} - V_{to})V_{ds} - V_{ds}^2]$$

$$\text{III} \quad V_{ds} > V_{gs} - V_{to} \quad I_{ds} = \frac{\mathbf{b}}{2} (V_{gs} - V_{to})^2$$

$$\text{M1: } 2,5V > 1V \quad \Rightarrow \quad \text{III gesättigt}$$

$$\text{M2: } 2,5V < 3,5V \quad \Rightarrow \quad \text{II linear}$$

Die Simulation ist nun mit genaueren Gleichungen als die im Design Prozess verwendeten möglich!



Verifikation und Optimierung können mit Software Werkzeugen vorgenommen werden

Kein Prototyping ist möglich!

Zusammenfassung über Analog Design

Viel Wissen um die beste Struktur für den jeweiligen Anwendungsfall ist nötig

Für diskrete Schaltungen braucht man eine gute Marktübersicht

Stabilitätsuntersuchungen sind nötig
Aufteilen der Schaltung in kleine Partitionen
Berechnung mit stark vereinfachten Gleichungen

Simulation und Optimierung der Partitionen
Simulation der Gesamtschaltung ist oft nicht möglich

Bau eines Prototypen und Messungen zur Verifikation

Ein Analog Simulator soll folgenden Anforderungen genügen

Simulation in der physikalischen Domäne:

DC, AC und Transienten Analyse

Parametrische Simulation

Simulation von Temperatureffekten

Berechnung der Empfindlichkeit von Ausgangsgrößen als Funktion der Schaltungsparameter

Transfer Funktion

Einbindung von benutzerdefinierten Bauteilmodellen

Große Bibliotheken von Standardbausteinen

Ein gutes Interface zu Digitalsimulatoren

Möglichkeiten der Simulation in der Verhaltens- und Strukturebene von mit Hardwarebeschreibungssprachen erzeugten Schaltungen

Der heutige Standard ist SPICE.

Aber VHDL kompatible Analog Simulatoren wie VHDL-AMS sind derzeit schon verfügbar

Digital Design

Schwierig ist die Wahl der richtigen Technologie

Diskrete Logik Familien (HC74...)

Standard ICs (Mikroprocessor glue logic, Usart...)

Programmierbare Logik Familien (Plds , Eplds...)

ASICS (Gate Arrays, Standard Cells, Full Custom)

Mikrocontroller Lösung?

Der Design Fluß

Im ersten Schritt wird das Verhalten definiert

Die Synthese der Struktur:

Beschreibung der kombinatorischen Teile der Schaltung
mittels

Wahrheitstabellen oder Bool'schen Gleichungen

und der sequentiellen Teile der Schaltung mit

Moore / Mealy Automaten

Für eine automatische Synthese ist es notwendig, das
Verhalten in einer Hochsprache zu definieren
(z. B. VHDL)

Es gibt Werkzeuge um traditionelle Eingaben nach
VHDL zu konvertieren

Logiksimulatoren können in der Verhaltens- und in der
Strukturellen Ebene eingesetzt werden

Digital Simulatoren

Digital Simulatoren simulieren die logischen Pegel und ihr Zeitverhalten

Sie arbeiten in der Verhaltens und Strukturebene

Die Simulation ist Ereignisgetrieben

Die Signalstärke ist für Ein- und Ausgänge definiert

Der Eingang wird mit Testvektoren beaufschlagt und die Ausgänge werden als zeitabhängige Logikpegel dargestellt

Eine automatische Verifizierung ist oft implementiert

Jeder Hersteller programmierbarer Logik bietet seinen eigenen Simulator an

Mixed Signal Design

Die Werkzeuge müssen die analoge, digitale und wenn möglich auch nicht elektrische Domäne unterstützen

eine vereinheitlichte Beschreibungssprache ist notwendig

Die Simulatoren müssen die Interface Schaltungen zwischen analog und digital unterstützen

Der Design Prozess mit Mikrocontrollern

Die Wahl des optimalen Controllers hängt von folgenden Anforderungen ab

- ✓ Verfügbare Werkzeuge
- ✓ Preis
- ✓ Erfahrung mit Controllerfamilien
- ✓ Benötigte Peripherie
- ✓ Geschwindigkeit

In circuit programming ist ein wichtiger Faktor

Wenn die Simulation mit der Programmentwicklung immer einhergeht sind keine teuren Emulatoren notwendig

Anforderungen an den Simulator:

Die Simulation findet in der Verhaltensebene statt
Simulation der Codeverarbeitung mit Einzelschritt und
Breakpoints.

Der Simulationsprozess muß auch in der Hochsprache
und symbolisch durchführbar sein

Simulation des Echtzeitverhaltens:

Interrupt System

Timing Kontrolle

Performance Analyse

Die Simulation der Controllerperipherie muß durch
externe Testvektoren stimuliert werden können

Es fehlt derzeit eine Anbindung an Analog- und
Digitalsimulatoren