

## 0. Einführung

Programm:

- Grundlagen passive Bauelemente (GS-, WS-Verhalten)
- Operationsverstärker als "programmierbares" Verstärkermodell
- Grundlagen Halbleitertechnik
- Aktive Bauelemente: Diode, Transistor
- Ausgewählte analoge und digitale Schaltungen
- Praktikum (im Aufbau)

## 0.1 Aufgaben Elektronik

Tendenz:

Verschiebung der Anteile Analogelektronik => Digitalelektronik  
fast kein Bereich ausgenommen

Bedeutung Analogtechnik verbleibt noch insbesondere für:

- periphere Signalwandler, Anpassung, Filter etc.
- Verstärker
- Stromversorgung
- Hochfrequenztechnik

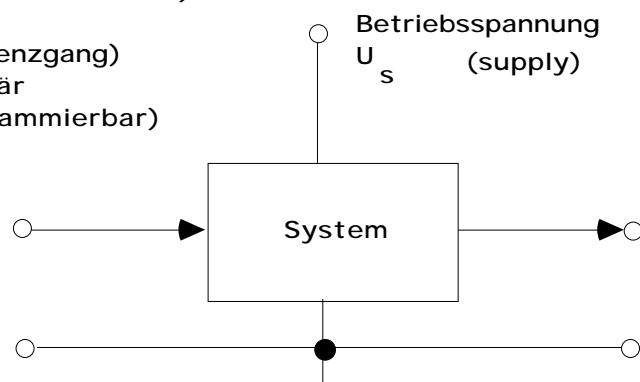
Schritte:

- Schaltungsentwurf
- Berechnung
- Simulation (Electronics workbench bzw. Multisim, LabView, Spice ...)
- Aufbau
- Test - Messtechnik

## 0.2 Grundaufgaben Meßtechnik

### Signalquelle

- Gleichspannung
- Wechselspannung  
(Funktionsgenerator)
- . Rechteck, Impuls, Sägezahn  
(periodischer Test)
- . Sinus  
(Frequenzgang)
- . Arbiträr  
(programmierbar)



### Messgerät

- Vielfachmesser  
(U, I, (P), meist statisch)
- Messbrücke (RLC)
- Oszilloskop (Zeitverlauf A, f, )
- . analog (periodisch)
- . digital  
(oft Speicherosz. für Transienten)
- Spektralanalyse
- Frequenz-, Zeitmessung, Zähler
- Testgeräte (Diode, Transistor)

## 1. Grundgrößen

Wir wissen: Strom fließt, Spannung liegt an

Aber etwas genauer:

Beschreibung Stromkreise erfolgt über Bilanzgleichungen,  
Erhaltungssätze wie in allen physikalischen Systemen

- Kirchhoffsche Sätze,
- Maxwellsche Gleichungen für Feldgrößen

Schrittweise Erhöhung Komplexität:

- GS-Kreise
- WS-Kreise

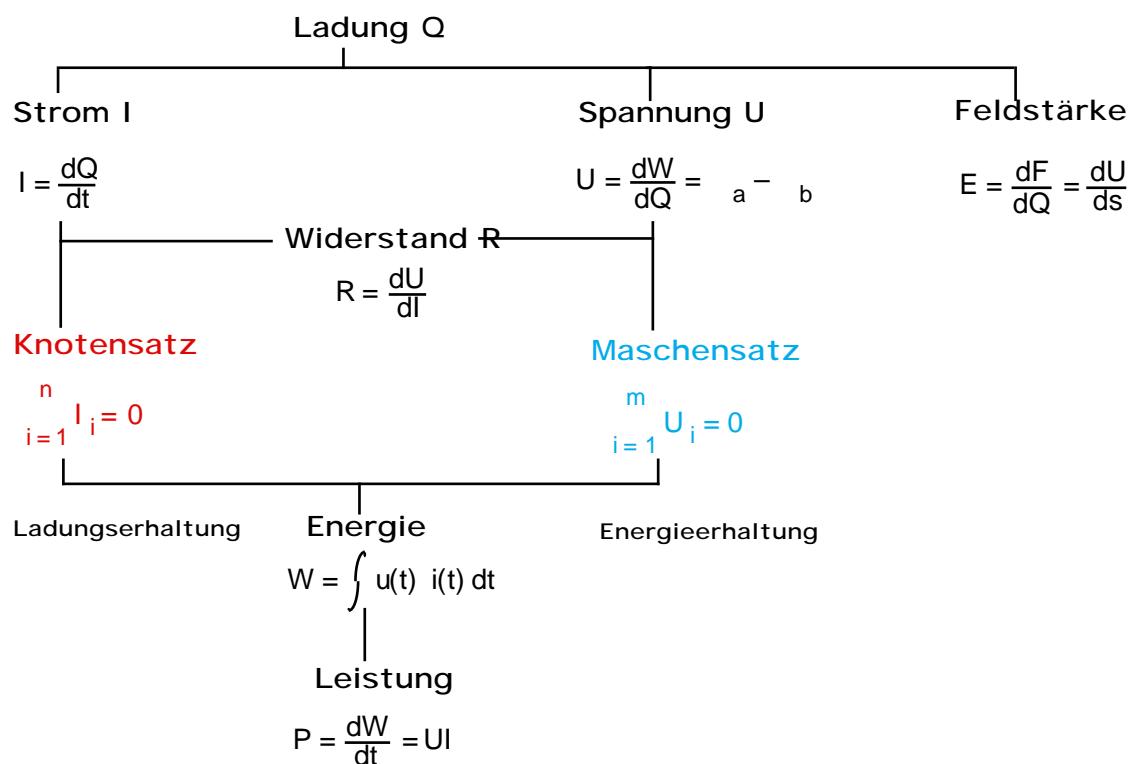


Bild: Zusammenhang elektrische Grundgrößen

### 1.1. Ladung

Q: Elektrizitätsmenge [Coulomb = C = As]

Grundlage: Ladungen pos., neg.

Mehraches der Elementarladung ("Bit" der ET)

$1,6 \cdot 10^{-19}$  C (As), Coulomb: grosse Einheit

Bsp.: Erde gegen Weltall: 700 C

Ladungen trennen: endo-Vorgang, Energieverbrauch

Ladungen verbinden: exo-Vorgang, Energieerzeugung, (Wärme...)

Kraftwirkung:

Ruhe: Feldstärke E

Bewegung: Induktion B

$$F = Q \cdot E \quad F = \frac{dW}{ds} \quad W = Q \int E \, ds \quad W = Q(a - b)$$

### 1.2. Strom

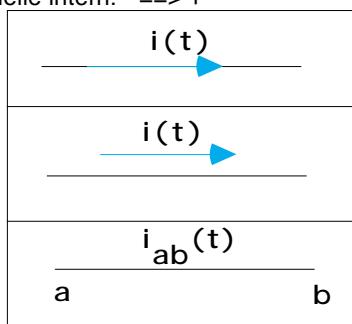
Bewegung Ladungsträger

$$i = \frac{dQ}{dt} \quad I = \frac{Q}{t} \quad \text{[As]}$$

techn. Richtung: Plus  $\Rightarrow$  Minus, DIN 5489

Verbraucher: +  $\Rightarrow$  -

Quelle intern: -  $\Rightarrow$  +



real: unterschiedlich von Polarität

Wirkung:

- thermisch, magnetisch, mechanisch, chemisch, optisch ...

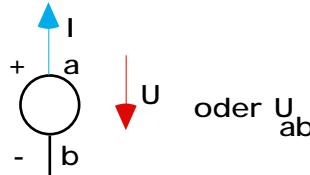
## 1.3. Spannung

Ladungen lassen sich durch Energieaufwand  $W$  trennen

Spannung als pot. Energie zu verstehen, 'Pumpe'

Trennung der Ladungen ist Ursache für Spannung zwischen Polen der entstehenden Quelle

Spannung von plus nach minus - entgegen Stromrichtung



$$U = \frac{dW}{dQ} \quad [V = \frac{VAs}{As}] \quad U = \int E \, dx$$

Entstehung:

- Elektrochemie
- Induktion
- thermoelektrisch
- piezoelektrisch
- innerer Fotoeffekt

beim Fließen Strom wird Energie wieder frei (Wärme etc.)

Spannungsabfall hat gleiche Richtung wie Strom

Potenzial = Kennzeichen der Spannung

Spannung = Potenzialdifferenz

$$U = U_1 - U_2$$

Maß für Arbeit, die im Feld zwischen Punkten entnommen werden kann.

Weitere Zusammenhänge:

Feldstärke: Geometrie

$$E = \frac{dU}{dx}$$

E: Feldstärke [V/m]

Kapazität:

Proportionalitätskonstante zwischen Ladung und Spannung:  $Q = U C$

$$C = \frac{dQ}{dU} \quad W = \int U C dU = \frac{C U^2}{2}$$

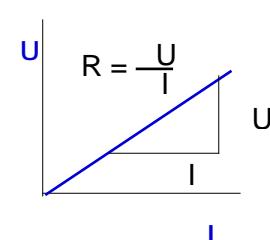
## 1.4 Widerstand

Gegenreaktion auf Strom, ungleicher Gitteraufbau, unregelmäßige Schwingungen im Atom  
Bremsen Elektronen-Wärme,  $v = 0,7 \text{ mm/s}$

Bedeutung:

Proportionalitätskonstante zwischen Spannung und Strom

$$U = R I \quad [R = \text{Ohm} = V/A]$$



reziproke Einheit Leitwert:  
 $G = 1/R = I/U$ , [S = Siemens]

Geometrie:  $R = \frac{l}{A}$  : spezifischer Widerstand

Bsp.:

Drahtquerschnitt  $A = 1\text{mm}^2$  ( $i = 10\text{ A}$  zulässig), Länge  $l = 1\text{km}$ ,  
Widerstand  $R$  von Ag: 17, Cu 18, Al 29, Fe 120

Sonderformen:

Widerstand: temperaturabhängig, spannungsabhängig, druckabhängig, lichtabhängig ...

Begriff Doppelfunktion:

- Bauteil - resistor engl.
- Eigenschaft - resistance engl.

vgl.

Kondensator - Kapazität

Spule - Induktivität

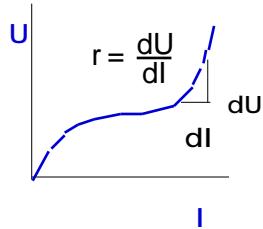
### 1.5 Ohmsches Gesetz

$$U = RI$$

nichtlinear:

- Heißleiter NTC-Wdst. Thermistor,  $R = 1/cT$
- Kaltleiter PTC-Wdst.,  $R = cT$
- Sättigungselemente, Gasdioden
- Halbleiter (Varistoren)

$$\Rightarrow \text{differentieller Widerstand} \quad r = \frac{dU}{dI}$$



1.6 Arbeit, Leistung

Transport Ladung unter Spannung

$$W = UQ$$

Leistung: Arbeit (Energie) pro Zeit

$$P = \frac{dW}{dt} \quad P = \frac{W}{t} = \frac{QU}{t} = IU$$

Ohmsches Gesetz:

$$P = IU = \frac{UU}{R} = \frac{U^2}{R} = RI^2$$