Physikalische Formelsammlung für T1/T2

erstellt von Michel Messerschmidt

23. Juli 2000

Vorsätze für Einheiten

Name	Deka	Hekto	Kilo	Mega	Giga	Tera	Peta	Exa
Symbol	da	h	k	M	G	T	P	E
Wert	10^1	10^2	10^3	10^6	10^9	10^{12}	10^{15}	10^{18}

Name	Dezi	Zenti	Milli	Mikro	Nano	Piko	Femto	Atto
Symbol	d	c	m	μ	n	p	f	a
Wert	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}	10^{-15}	10^{-18}

Physikalische Konstanten

Name	Symbol	Wert
Lichtgeschwindigkeit	c	$3 \cdot 10^8 \frac{\mathtt{m}}{\mathtt{s}}$
Elektrische Elementarladung	e	$1,602 \cdot 10^{-19}\mathtt{C}$
Elektrische Feldkonstante	ϵ_0	$8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\mathtt{A \cdot s}}{\mathtt{V \cdot m}}$
Magnetische Feldkonstante	μ_0	$1,257 \cdot 10^{-6} \frac{\mathtt{V \cdot s}}{\mathtt{A \cdot m}}$
Boltzmann-Konstante	k	$1,381 \cdot 10^{-23} \frac{\mathtt{W \cdot s}}{\mathtt{K}}$

Physikalische Größen

Stromstärke I

Basiseinheit , die Stromstärke in einem unverzweigten Stromkreis ist konstant.

Einheit: $1A$ (Ampere)

Ladung Q

Formel: $Q = I \cdot t$ wenn I konstant, sonst $Q = \int_{t_1}^{t_2} I dt$

Einheit: $1C = A \cdot s$ (Coulomb)

... Die Ladung eines Elektrons ist gleich der elektrischen Elementarladung e, entsprechend gilt fr n Elektronen $Q = n \cdot e$

Spannung U

Einheit: $1V$ (Volt)

... Die Herleitung der Formel ist mir hier zu langwierig und hoffentlich nicht so wichtig. Kurzerklärung: U ist die Potentialdifferenz zwischen zwei Punkten in einen elektrischen Feld, z.B zwischen zwei Orten in einem Stromkreis, die unterschiedlich stark geladen sind)

Widerstand R

Formel: $R = \frac{U}{I}$

Einheit: $1\Omega = \frac{V}{A}$ (Ohm)

Leitwert G

Formel: $G = \frac{1}{R} = \frac{I}{U}$

Einheit: $1S = \frac{A}{V}$ (Siemens)

spezifischer Widerstand ρ

Formel: $\rho = \frac{R \cdot A}{l}$ bzw. $R = \frac{\rho \cdot l}{A}$, mit A = Fläche, l = Länge

Einheit: $1\Omega m$

... Die Materialabhängigkeit des Widerstands R wird durch den spezifische Widerstand (eine materialabhängige Konstante) ausgedrückt, so daß man R auch ohne Strom und Spannung, nur aus den mechanischen Eigenschaften des Widerstands berechnen kann.

elektrische Leitfähigkeit κ

Formel: $\kappa = \frac{1}{\rho} = \frac{l}{R \cdot A}$

Einheit: $\frac{1}{\Omega m}$

Kapazität C

Formel: $C = \frac{Q}{U}$

Einheit: $F = \frac{C}{V} = \frac{A \cdot s}{V}$ (Farad)

Impedanz bzw. Blindwiderstand einer Kapazität C

Formel: $Z_C = \frac{1}{j \cdot \omega \cdot C}$

Einheit: $\Omega = \frac{1}{\frac{1}{s} \cdot F} = \frac{s \cdot V}{A \cdot s}$ (Ohm)

... Die Impedanz ist der Widerstand im Wechselstromkreis. Dabei ist das j die imaginäre Einheit (oft auch mit i bezeichnet), es handelt sich also um komplexe Zahlen. ω ist die Kreisfrequenz (Einheit $\frac{1}{s}$), für die gilt $\omega = 2\pi f$, wobei f die Frequenz des Wechselstroms ist.

Induktivität L

Formel: $L = -U \cdot \frac{\Delta t}{\Delta I}$

Einheit: $H = \frac{V \cdot s}{A}$ (Henry)

Impedanz bzw. Blindwiderstand einer Induktivität L

Formel: $Z_L = j \cdot \omega \cdot L$

Einheit: $\Omega = \frac{1}{s} \cdot H = \frac{V \cdot s}{s \cdot A}$ (Ohm)

elektrische Leistung P

Formel: $P = U \cdot I$

Einheit: $W = V \cdot A$ (Watt)

elektrische Arbeit W

Formel: $W = U \cdot I \cdot t$

Einheit: $J = W \cdot s = V \cdot A \cdot s$ (Joule)

... Andere Einheit für sehr kleine Werte: $1eV = 1,602 \cdot 10^{-19} J$ (Elektronvolt)

Gesetze und Regeln

Ohmsches Gesetz

Formel: $R = \frac{U}{I}$

Beschreibung: Zusammenhang von Stromstärke und Spannung in einem Leiter

1. Kirchhoffsches Gesetz (Knotenregel)

Formel: $\sum_{k=1}^{n} I_k = 0$ in jedem Knoten eines Stromkreises

Beschreibung: In einem Knoten ist die Summe aller zufließenden Ströme gleich der Summe aller abfließenden Ströme (und somit ist die Gesamtsumme in einem Knoten gleich Null).

2. Kirchhoffsches Gesetz (Maschenregel)

Formel: $\sum_{k=1}^{n} U_k = 0$ in jeder Masche eines Stromkreises

Beschreibung: In einer Masche ist die Summe aller positiven Spannungen gleich der Summe aller negativen Spannungen (und somit ist die Gesamtsumme in einer Masche gleich Null). Damit wählt man sich willkürlich ein Kreisrichtung und nennt alle Spannungen in dieser Richtung positiv und alle entgegengesetzten Spannungen negativ.

... Eine Masche ist ein Teil eines Stromkreises, der in sich geschlossen ist und der keine Verzweigungen hat. Während ein Stromkreis sehr verzweigt sein kann, ist eine Masche also einfacher aufgebaut, so das man darin immer noch einen Kreis sehen kann.

Reihenschaltung von Widerständen

Formel: $R_{ges} = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots$

Beschreibung: Bei in Reihe geschalteten Widerständen addieren sich die Einzelwiderstände zum Gesamtwiderstand

Parallelschaltung von Widerständen

Formel: $\frac{1}{R_{ges}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \ldots$

Beschreibung: Bei parallel geschalteten Widerständen addieren sich die Kehrwerte der Einzelwiderstände zum Kehrwert des GEsamtwiderstands (leider etwas umständlich zu rechnen). Sind genau zwei Widerstände parallel geschaltet, dann vereinfacht sich die Formel zu $R_{ges} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$

Spannungsteiler

Formel: $U_T = U \cdot \frac{R_T}{R}$

Beschreibung: Wenn an einem Widerstand R insgesamt die Spannung U anliegt, so liegt an einem Teilwiderstand R_T entsprechend die Spannung U_T an. Das ist z.B. der Fall, wenn der Gesamtwiderstand aus mehreren in Reihe geschalteten Widerständen besteht und man sich aber nur für die Spannung über einem einzelnen dieser Widerstände interessiert.

Aufladung eines Kondensators

Formel: $U_C(t) = U_0 \cdot (1 - e^{-\frac{t}{RC}})$

Beschreibung: Beim Aufladen eines Kondensators ist die momentan am Kondensator anliegende Spannung $U_C(t)$ nur von der Zeit t sowie der Kapazität C des Kondensators und dem dem Kondensator vorgeschalteten Widerstand R abhängig. Mit zunehmender Zeit steigt die Spannung am Kondensator von $U_C(t = 0) = 0$ bis $U_C(t) = U_0$.

Entladung eines Kondensators

Formel: $U_C(t) = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$

Beschreibung: Das Entladen eines Kondensators verhält sich genau umgekehrt zur Aufladung. Mit zunehmender Zeit sinkt die Spannung am Kondensator von $U_C(t = 0) = U_0$ bis $U_C(t) = 0$.

Stromverstärkung beim Bipolar-Transistor

Formel: $B = \frac{I_C}{I_B}$, wobei I_C = Kollektorstrom und I_B = Basisstrom

Beschreibung: Die Stromverstärkung B ist der Faktor um den der Strom durch den Transistor verstärkt wird.

Informationstheorie

Informationsgehalt eines Zeichens

Formel: $H_0 = ld(\frac{1}{p}) = \frac{\log \frac{1}{p}}{\log 2}$

Einheit: $1bit$

Beschreibung: Der Informationsgehalt eines Zeichens ist abhängig von der Wahrscheinlichkeit p dieses Zeichens.

mittlerer Informationsgehalt

Formel: $I = \sum_{i=1}^{n} p_i \cdot H_i$

Einheit: $1bit$

Beschreibung: Der mittlere Informationsgehalt eines Alphabets oder einer Nachricht ist die Summe der Produkte von Wahrscheinlichkeit und Informationsgehalt der einzelnen Zeichen eines Alphabets oder einer Nachricht

... Für ein Alphabet gilt im einfachsten Fall, nämlich x Zeichen, alle gleichwahrscheinlich:
$p_i = \frac{1}{x}$ und $H_i = ld(\frac{1}{p_i}) = ld(\frac{1}{\frac{1}{x}}) = ld(x)$ für alle i
$\Rightarrow I = \sum_{1=1}^{x} \frac{1}{x} \cdot ld(x) = x \cdot \frac{1}{x} \cdot ld(x) = ld(x)$