

GRUNDLAGENLABOR

CLASSIC

NICHTLINEARITÄTEN UND KENNLINIEN

Inhalt:

1. Einleitung und Zielsetzung.....	2
2. Theoretische Aufgaben – Vorbereitung	2
3. Praktische Messaufgaben	8

Filename: Kennlinien_Nichtlinearitäten_3_0.doc	Version: 3.0	Author: S. Wicki
Created: 08.11.2002	Last modified: 31.05.2009 10:16	Page: 1 / 8

1. EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG

Mit Hilfe von Kennlinien lassen sich Bauelemente einfach auf grafische Weise beschreiben. Man kann sich nicht genug früh mit Kennlinien beschäftigen.

Dieser Versuch hat folgende Zielsetzungen:

- Anwenden von Strom- und Spannungsfehlerschaltung
- Messen von Kennlinien
- Auswerten von Kennlinien
- grafisches Differenzieren und Integrieren
- Erweiterung des Leistungsbegriffs
- Kennenlernen vom differentiellen Widerstand
- Phänomenologische Erklärung der Effektivgrößen

2. THEORETISCHE AUFGABEN – VORBEREITUNG

Studieren Sie die Theoretischen Grundlagen (Kap. 2.2) und lösen Sie Aufgaben dazu (Kap. 2.3).

2.1 Glühlampe

Nehmen Sie von sich zu Hause eine Glühlampe z.B. einer Taschenlampe mit, die Sie in diesem Labor ausmessen wollen. Die Betriebsspannung der Glühlampe soll nicht über 15 Volt sein.

2.2 Theoretische Grundlagen

2.2.1 Kennlinien

Kennlinien beschreiben auf grafische Weise Zusammenhänge verschiedener Grössen. Kennlinien befinden sich in Datenblättern. Man hat die Aufgabe, diese auszuwerten.

Eine der wichtigsten Kennlinien von diskreten Bauteilen ist die U/I -Kennlinie. Sie beschreibt den Zusammenhang von der angelegten Spannung zum Strom, der durch das Bauteil fließt.

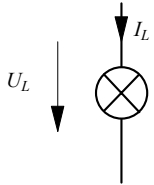


Fig. 2-1 Spannung und Strom bei einer Glühlampe

Dieser Zusammenhang muss bei weitem nicht linear sein.

Eine Glühlampe z.B. wird hochohmiger, je mehr Spannung an ihr liegt, resp. je mehr Strom fließt.

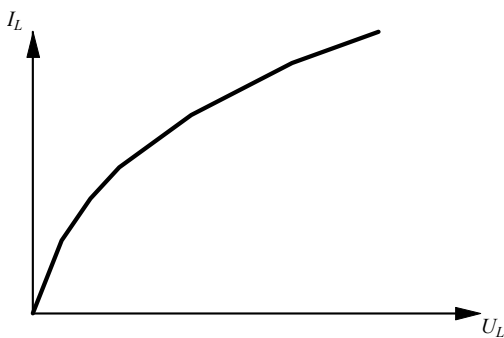


Fig. 2-2 Zeigt eine mögliche Kennlinie einer Glühlampe

Bei einer Glühlampe könnte etwa nebenstehende Kennlinie gemessen werden.

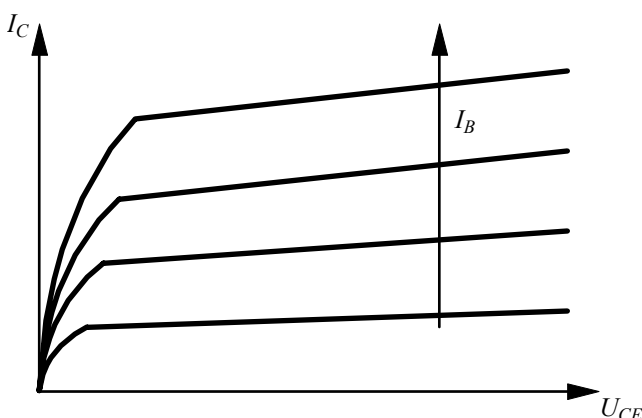


Fig. 2-3 Ausgangskennlinie eines bipolaren Transistors

Vielfach sind in Datenblättern auch ganze Kennlinienscharen zu sehen. Bei Transistoren wird z.B. die U_{CE} / I_C -Kennlinie mit I_B als Parameter aufgezeichnet.

2.2.2 Der Gleichstromwiderstand (statischer Widerstand)

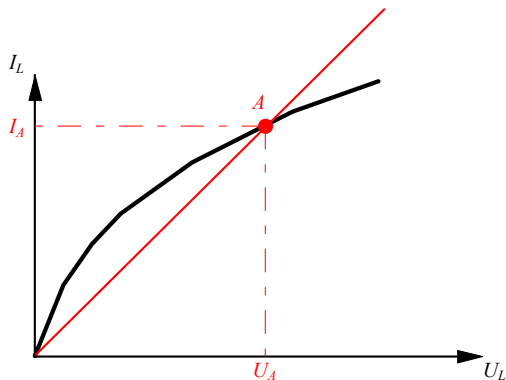
Der Gleichstromwiderstand bei einer angelegten Spannung U einer U/I -Kennlinie ist definiert durch:

$$R(U_A) = \frac{U_A}{I_A} \quad (2-1)$$

R : statischer Widerstand im Punkt A

U_A : Spannung im Punkt A

I_A : Strom im Punkt A



Grafisch symbolisiert der statische Widerstand im Punkt A eine Gerade mit der Steigung I_A/U_A , welche die U/I -Kennlinie im Punkt A und im Nullpunkt schneidet.

Fig. 2-4 zeigt die grafische Interpretation des Gleichstromwiderstandes

2.2.3 Der differentielle (dynamische) Widerstand

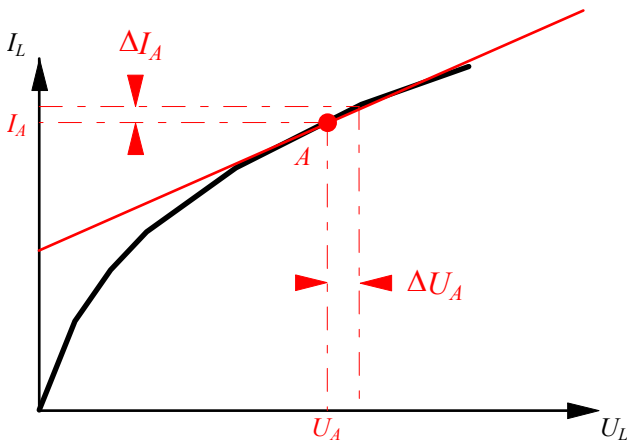
Der differentielle Widerstand in einem Punkt A ist definiert als die reziproke Steigung (Ableitung) der U/I -Kennlinie im Punkt A.

$$r_d(U_A) = \frac{dU_A}{dI_A} \approx \frac{\Delta U_A}{\Delta I_A} \quad (2-2)$$

r_d : differentieller Widerstand im Punkt A

dU_A : Änderung der Spannung im Punkt A

dI_A : Änderung der Stromes im Punkt A



Grafisch symbolisiert der differentielle Widerstand im Punkt A die Tangente an U/I -Kennlinie im Punkt A .

Die Tangente hat eine Steigung, welche der Ableitung der U/I -Kennlinie im Punkt A entspricht.

Fig. 2-5 zeigt die grafische Interpretation des differentiellen Widerstandes

2.2.4 Die allgemeine Leistungsdefinition

Die Momentanleistung eines Signals ist definiert durch:

$$p(t) = u(t) \cdot i(t) \quad (2-3)$$

$p(t)$: Leistung zum Zeitpunkt t

$u(t)$: Spannung zum Zeitpunkt t

$i(t)$: Strom zum Zeitpunkt t

Die Leistung ist definiert als Mittelwert der Momentanleistung:

$$P = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T p(t) \cdot dt = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T u(t) \cdot i(t) \cdot dt \quad (2-4)$$

P : Leistung [W]

Dieser Mittelwert kann auch grafisch ermittelt werden (Fläche unter der Kurve).

2.3 Aufgaben

- a) Bestimmen Sie den statischen (R) und den differentiellen (r_d) Widerstand der nachfolgenden Kennlinie, indem Sie für ca. fünf Punkte die Werte berechnen. Stellen Sie die Resultate jeweils grafisch in je einem Diagramm dar (R und r_d in Funktion von U_L).

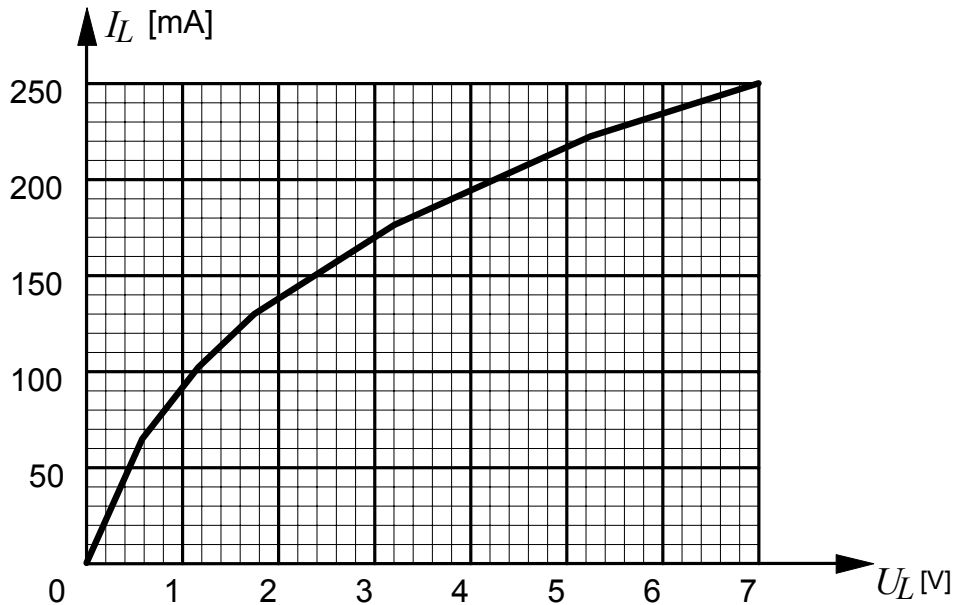


Fig. 2-1 Zeigt die U/I-Kennlinie

- b) Berechnen Sie grafisch die Leistung des untenstehenden Signals.

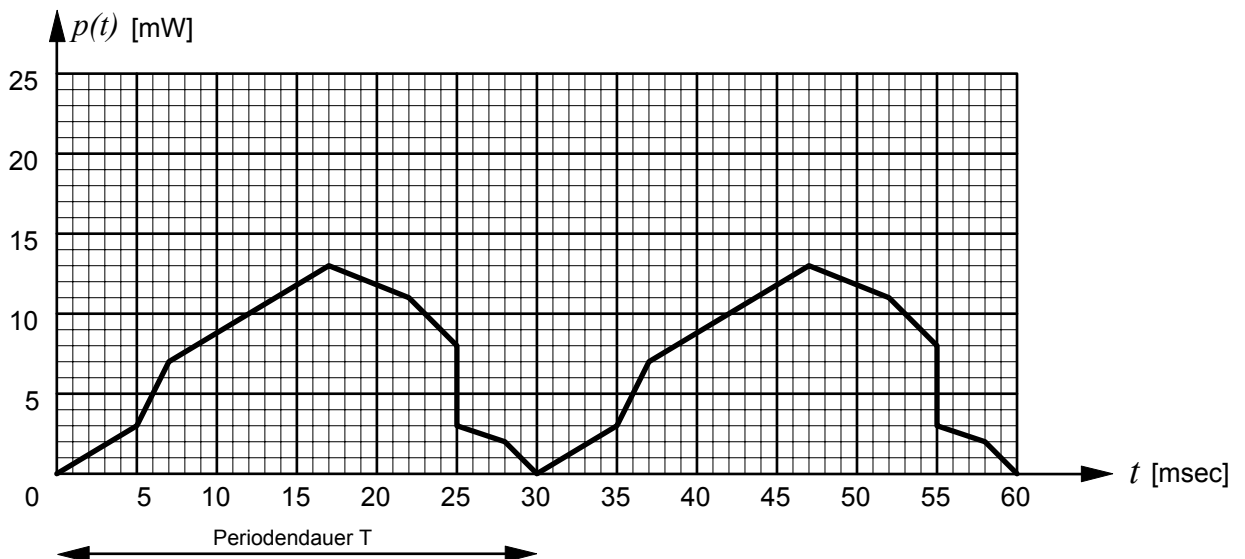


Fig. 2-2 zeitlicher Verlauf der Leistung

- c) Welcher der beiden Widerstände (statischer oder dynamischer) hat in der Elektronik wohl die grössere Bedeutung?
- d) Berechnen Sie allgemein den statischen (R_o) und dynamischen (r_d) Widerstand eines linearen Widerstandes R .
- e) Mit welcher Schaltungsart werden Sie die U/I -Kennlinie der Glühlampe ausmessen?
- f) Ist die Glühlampe ein Heiss- oder Kaltleiter?
- g) Erklären Sie, warum sich die Glühlampen meistens beim Einschalten verabschieden.

3. PRAKTISCHE MESSAUFGABEN

Im diesem Versuch werden Sie U/I -Kennlinie einer Glühlampe ausmessen. Zeichnen Sie die Messanordnung auf. Halten Sie Ihre Erkenntnisse jeweils schriftlich fest.

Die Punkte der einzelnen Kennlinien sollen von Hand (Taschenrechner) berechnet und auf Papier dargestellt werden.

3.1 U/I -Kennlinie

Messen Sie die U/I -Kennlinie Ihrer Glühlampe aus. Beachten Sie, dass Sie die maximale Spannung der Glühlampe nicht überschreiten.

3.2 Statischer Widerstand

Konstruieren Sie aus der U/I -Kennlinie die statische Widerstandskennlinie in Funktion von U ($R(U)$).

3.3 Dynamischer Widerstand

Konstruieren Sie grafisch aus der U/I -Kennlinie die dynamische (differentielle) Widerstandskennlinie in Funktion von U ($r_d(U)$).

3.4 Gleichstromleistung der Glühlampe

Berechnen Sie die Leistung in etwa 10 Punkten der U/I -Kennlinie. Kreieren Sie daraus eine Kennlinie $P(U)$.

3.5 Leistung bei Wechselspannung

Wir stellen uns vor, die Glühlampe sei nun an eine Spannungsquelle angeschlossen, welche eine Sinusspannung mit dem Spitzenwert der Nennbetriebsspannung der Glühlampe liefert. Die Frequenz der Quelle sei so langsam, dass die statisch gemessene U/I -Kennlinie durchlaufen wird.

Konstruieren Sie grafisch den zeitlichen Verlauf des Stromes $i(t)$ (für etwa zwei Perioden). Berechnen Sie daraus den zeitlichen Verlauf der Leistung $p(t)$. Berechnen Sie grafisch die mittlere Leistung P .