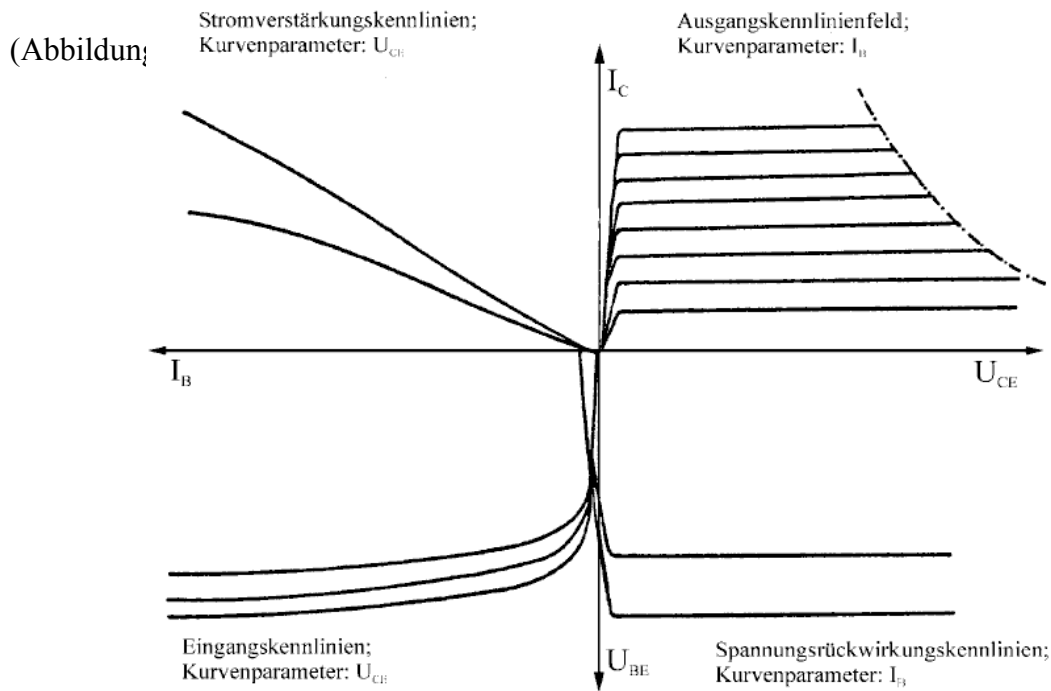


1. Einleitung:

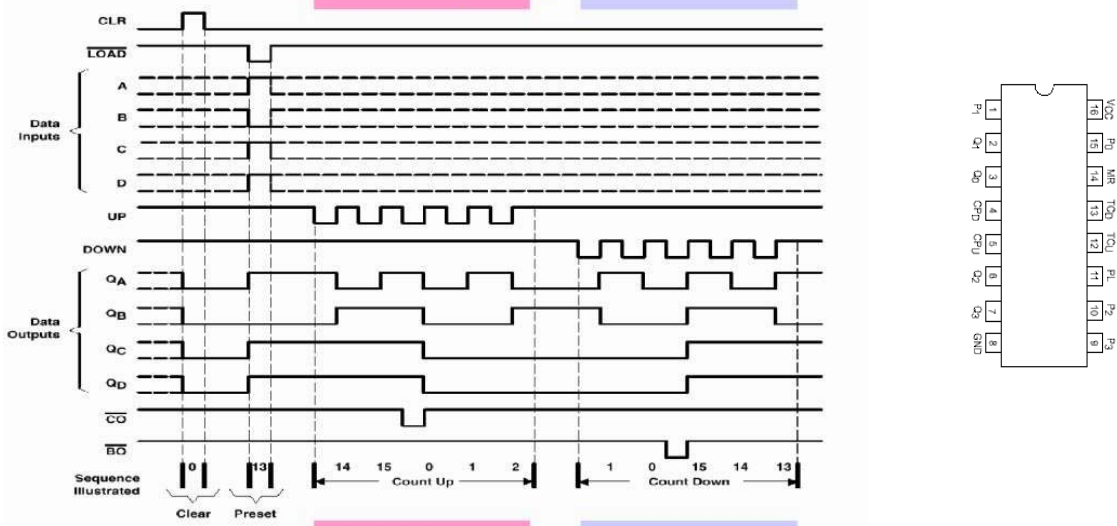
Bei diesem Versuch soll ein Teil eines Kennlinienfeldes eines bestimmten Transistor mit einem Oszilloskop sichtbar gemacht werden (siehe erster Quadrant in Abbildung 1). Die notwendige Variation des Basisstromes soll hierbei durch ein Addiernetzwerk erreicht werden, welches die digitalen Signale eines Zählers in analoge Signale umwandelt. Bei der Realisierung ist der schrittweise Aufbau zu beachten um Fehlerquellen auszuschließen.



1.1 Versuchsaufbau:

Erster Abschnitt der Versuchsschaltung ist ein 4-Bit Binärzähler, welcher ein TTL-Takt des Funktionsgenerator hochgezählt wird. Bei einem Überlauf beginnt dieser Zähler erneut von vorn. Zum Einsatz kam bei diesem Experiment der Zähler von Typ 74193. Die spezifischen Anschlüsse und das zugehörige Timing Diagramm zeigt Abbildung 2.

74193-timing diagram



Der zweite Teil der Schaltung basiert auf einem auf einem 3-bittigem Addiernetzwerk. Das 4. und höchste Ausgang (Q3) wurde hierbei vernachlässigt um ein qualitativ hochwertigeres Ergebnis zu bekommen. Das Prinzip dieses Addiernetzwerkes ist, dass die niederwertigste Stelle (Bit 0) den geringsten Anteil an der Gesamtspannung hat. Somit wird diese Stelle mit dem höchsten Widerstand des Addiernetzwerkes gekoppelt und die gewünschte Dämpfung erreicht. Die nachfolgenden Stellen haben gegen ihrem jeweiligen Vorgänger einen doppelt so hohen Anteil an der Gesamtspannung. Aus diesem Grund werden die folgenden Widerstände jeweils halb so groß wie hier Vorgänger gewählt. Der Operationsverstärker addiert die jeweilig anliegenden Spannungen und verstärkt diese. Die Verstärkung kann unter anderem über den gegengekoppelten Widerstand R_G beeinflusst werden. Es ist weiterhin zu beachten, dass es sich in dieser Schaltung um einen invertierenden Verstärker handelt.

Bei der Schaltung wurden folgende Widerstandsgrößen gewählt:

$$R_0 = 47K\Omega \quad R_1 = 22K\Omega \quad R_2 = 11K\Omega \quad R_G = 1K\Omega \quad U_{ref} = 5V$$

Dadurch ergebenen sich durch $U_a = -R_G * U_{ref} \left(\frac{d_0}{R_0} + \frac{d_1}{R_1} + \frac{d_3}{R_3} \right)$

folgende Ausgangsspannungen und Ströme:

Zustand der Bits am Zähler			U _a in V	I in mA
Bit 2	Bit 1	Bit0		
0	0	0	0	0
0	0	1	-1,07	1,06
0	1	0	-2,27	2,27
0	1	1	-3,34	3,33
1	0	0	-5	4,45
1	0	1	-6,06	5,51
1	1	0	-7,27	6,72
1	1	1	-8,34	7,88

An diesen DA-Umwandler ist ein weiterer OP-Verstärker angeschlossen. Dieser hat nur den Zweck die invertierten analogen Signale des ersten OP-Verstärkers in den Ursprung zurück zu invertieren. Dieser soll keinerlei verstärkende Wirkung besitzen und deshalb wurden die beiden Widerstände des zweiten OP's mit identischem Wert gewählt (hier jeweils $1K\Omega$).

Es ist aber auch möglich, die Widerstände beider Operationsverstärker mit anderen Größen zu wählen bzw. Potentiometer als R_G einzubauen um eine feinere Einstellbarkeit der Ausgangsspannungen und evtl. qualitativ bessere Ergebnisse zu erzielen. So wäre es möglich den Abstand zwischen den einzelnen Linien und die maximale Höhe des Ausgangssignals frei zu bestimmen. Der Ausgang des zweiten Operationsverstärkers wird nur über den R_B direkt an die Basis des Transistors geschaltet und somit die benötigte schrittweise Erhöhung des Basisstroms erreicht. (siehe Forderung Aufgabenstellung: Basisstrom als Parameter)

Als Transistor kam der Typ BC550C (npn-Transistor zum Einsatz). Bei dem Einsatz des Transistor mussten die zugehörigen Grenzwerte des Transistors eingehalten werden (siehe Anlage Datenblatt).

Um nun das gewollte Kennlinienfeld auf dem Oszilloskop darzustellen, ist die Nutzung des x-y-Betriebs des Oszilloskops notwendig. Die X-Achse wird durch die Spannung zwischen Kollektor und Emitter belegt. Die Y-Achse müsste nun mit dem Kollektorstrom belegt werden. Die Messung von Strömen ist auf einem Oszilloskop nicht möglich. Deshalb wird die über dem R_L abfallende Spannung genutzt und auf der Y-Achse gelegt, da sich diese proportional zu dem durch R_L fließenden Strom (Kollektorstrom) verhält.

Weiterhin ist zu beachten, dass die Messung am Oszilloskop immer gegen Masse erfolgt, muß die Spannung über dem R_L aus der Differenz zwischen U_{Ein} und U_{CE} ermittelt werden.

Versuchsdurchführung:

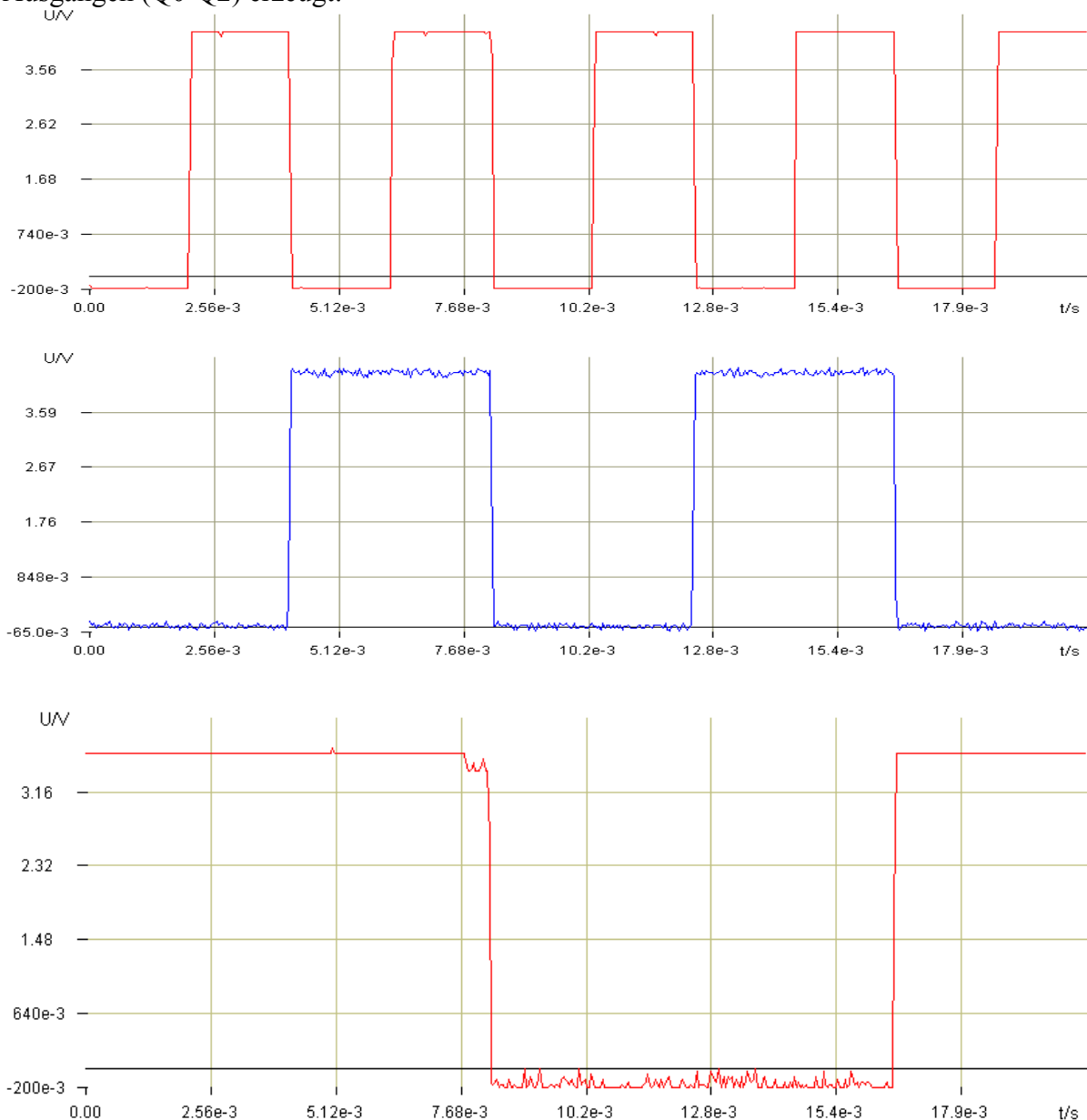
Bei der Versuchsdurchführung wurde die komplette Schaltung Schritt für Schritt aufgebaut. Dabei wurden die Bilder der Oszilloskope mit Programm Imess aufgenommen.

Zur Verwendung kamen in diesem Versuch folgende Geräte:

- Multimeter: Fluke 45
- Oszilloskop: Phillips PM3384 (100MHz/200Msamples/s)
- Funktionsgenerator : Phillips PM5139 (20MHz)

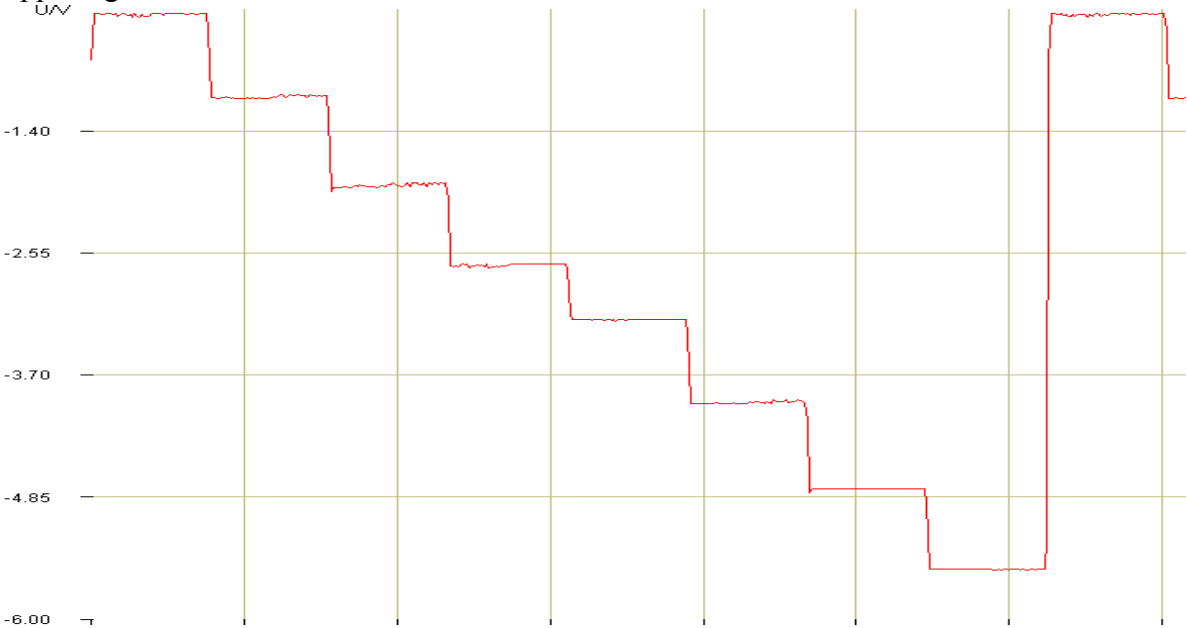
Die Eingangsspannung hatte die Form eines Dreieckssignals und betrug 5Volt mit einem Offset von 2,5Volt, damit die Ausgangsspannung frei von negativen Halbwellen war. Die Frequenz der Wechselspannung betrug 1kHz.

Im ersten Schritt wurde der Zähler aufgebaut, wobei das TTL-Signal des Funktionsgenerators an den Up-Eingag des Zählers angeschlossen wurde. Down und /Load wurde auf Betriebsspannung gesetzt und Clear auf Masse. Dadurch wurde folgendes Bild an den Ausgängen (Q0-Q2) erzeugt:

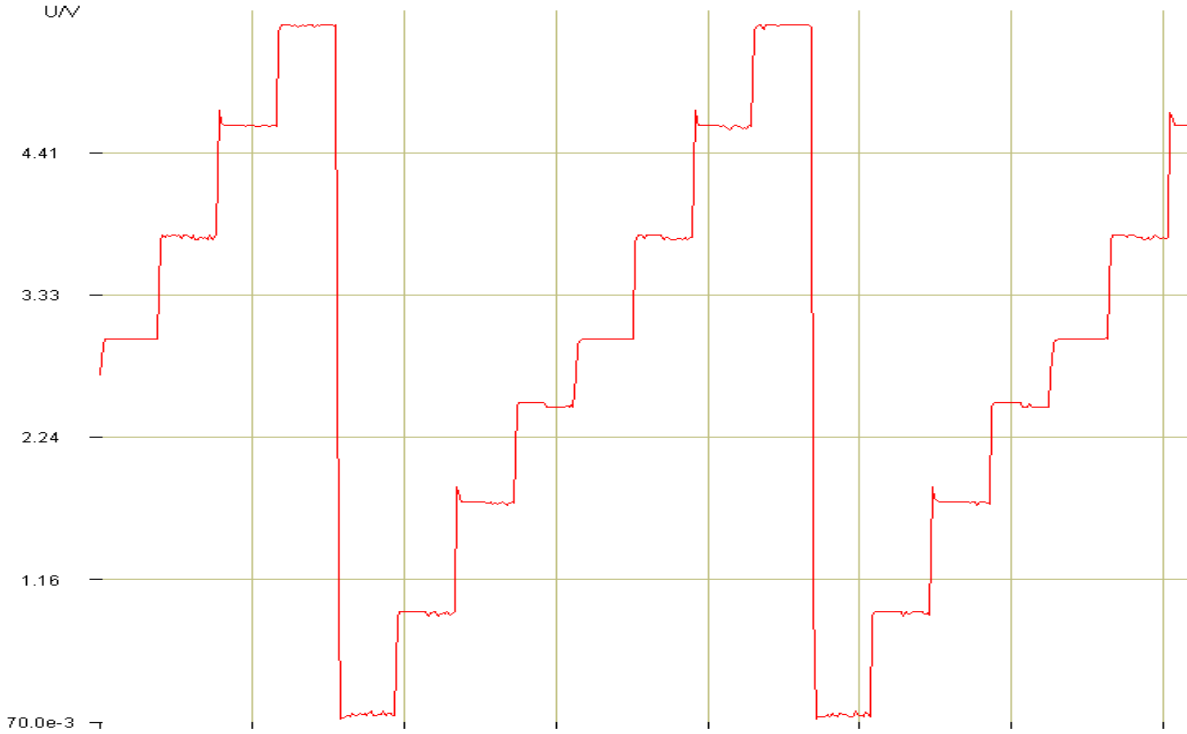


Auf die Aufnahme von Kanal Q3 wurde verzichtet, da nur 3 Kanäle (3Bit) an das folgende Addiernetzwerk angeschlossen wurden.

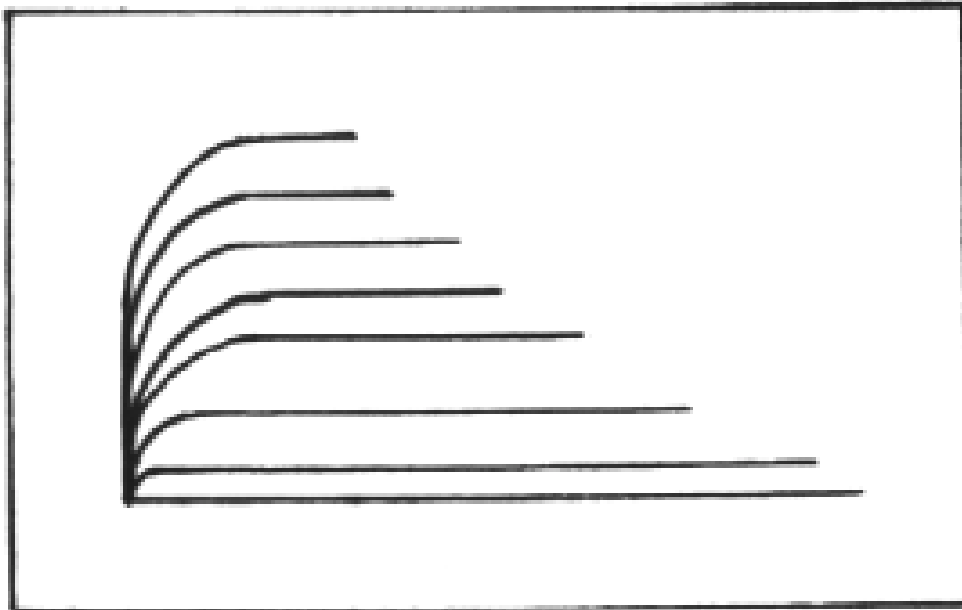
Nach dem nachgeschaltetem Summiernetzwerk ergab sich diese erwartete invertierte Treppensignal:



Durch den Invertierer wurde nun das Treppensignal in die richtige Form gebracht:



Da im X-Y-Betrieb die Aufnahme des Oszilloskopbildes durch die Software nicht möglich war, muss hier eine Skizze des erhaltenen Ausgangskennlinienfeldes des Transistors genügen:



Auswertung:

Nach einigen Anläufen funktionierten die einzelnen Elemente der Schaltung und die gesamte Schaltung wie erwartet. Allerdings ist zu beachten, dass bei den Vorbetrachtungen zum Addiernetzwerk mit einer Eingangsspannung von 5V gerechnet wurde. Tatsächlich betrug die Spannung an den Ausgängen des Zählers bei Highpotential ca. 4,5 Volt (siehe Skizze). Probleme gab es zunächst wegen einer defekten Sicherung am Steckbrett und einem defekten Operationsverstärker.

Aus Zeitgründen war es uns nicht mehr möglich den 4. Ausgang (Q3) des Zählers mit in die Gesamtschaltung mit einzubeziehen.

Literatur:

Schwetlick: PC - Messtechnik; Vieweg; 1997
Lindner, Brauer, Lehmann: Taschenbuch der Elektrotechnik und Elektronik;
Fachbuchverlag Leipzig; 1999

Inhaltsverzeichnis:

1. Einleitung

1.1 Versuchsaufbau und Funktionsweise

1.2 Schaltplan

2. Versuchsdurchführung und Auswertung

3. Literaturverzeichnis

4. Anlagen (Datenblatt für BC 549/550)