

Projekt „Stückzahlüberwachung“

Studenten : Martin Amelsberg } DigiTech@esleuchtetblau.de
Daniel Finger }
Thorsten Maruhn }

Fach : Digitaltechnik

Professor : Dr. Ralf Wenzel

Datum : 20. Juli 2003

Inhaltsverzeichnis

1. Studentendaten.....	3
2. Projekt „Stückzahlüberwachung“	
2.1. Kurz-Beschreibung.....	3
2.2. Erforderliche Aufgaben und Aufgabenverteilung.....	3
3. Bauteile und Schaltungen	
3.1. Verwendete Bauteile/ICs	
3.1.1. IC1 – NAND 7400.....	4
3.1.2. IC2 – Dezimalzähler 7490.....	4
3.1.3. IC3 – FlipFlop 7475.....	5
3.1.4. IC4 – Codeumsetzer 7447.....	5
3.1.5. IC5 – Komparator 7485.....	6
3.2. Monostabile Kippstufe.....	6
3.3. Schmitt-Trigger.....	7
4. Funktionsbericht.....	10

1. Studentendaten

Dieses Projekt wird bearbeitet von

Martin Amelsberg, Matrikel-Nr. 2083918, Amel@AmelFin.de

Daniel Finger, Matrikel-Nr. 2084610, Fin@AmelFin.de

Thorsten Maruhn, Matr.-Nr. 4201308, tmaruh@et-inf.fho-emden.de

Zur Vereinfachung der Kommunikation wurde ein eMail-Verteiler eingerichtet, der alle eingehenden eMails an die o. g. Studenten weiterleitet:

DigiTech@esleuchtetblau.de

2. Projekt „Stückzahlüberwachung“

2.1. Kurz-Beschreibung

Ein mit Löchern präparierter Stab wird durch eine Lichtschranke geführt und die Anzahl der gezählten Löcher mit einer vorher eingestellten Anzahl verglichen.

Sind die Zahlen nicht identisch, leuchtet eine rote Warn-LED auf.

2.2. Erforderliche Aufgaben und Aufgabenverteilung)

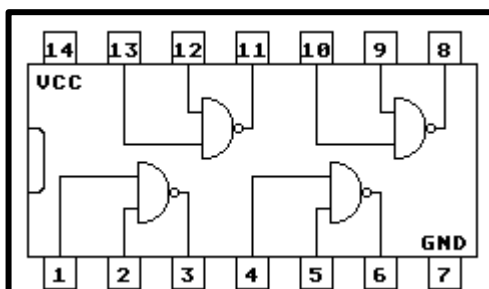
- Layout erstellen (Thorsten Maruhn)
- Platine ätzen („Werkstatt“)
- Löcher bohren (Daniel Finger)
- Bauteile auflöten (Daniel Finger)
- Schaltung komplett verdrahten (Daniel Finger und Martin Amelsberg)
- Schaltung testen (Daniel Finger und Martin Amelsberg)
- Dokumentation über verwendete Bauteile; insbesondere ICs (Martin Amelsberg)
- Dokumentation über die Funktion der Schaltung (Martin Amelsberg, Daniel Finger und Thorsten Maruhn)
- Fotos der Platine in vielen Stadien für die Webseite (Daniel Finger)
- Gestaltung der Digitaltechnik-Webseite auf <http://www.AmelFin.de> (Martin Amelsberg)

3. Bauteile und Schaltungen

3.1. Verwendete Bauteile / ICs

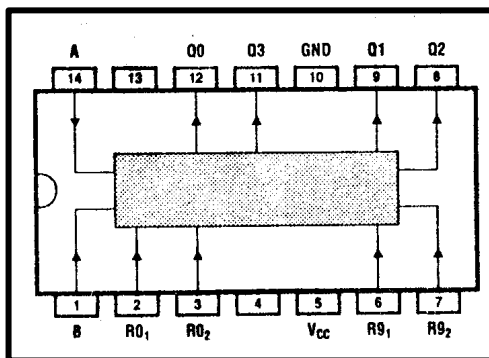
3.1.1. „IC1“ – NAND 7400

Das bekannte Standard-IC 7400 enthält 4 NAND-Schaltungen.



3.1.2. „IC2“ – Dezimalzähler 7490

Der 7490 ist ein Dezimalzähler, der in der Schaltung dazu dient, die Löcher des Stabs zu zählen und das Ergebnis an das D-FlipFlop 7475 zu geben.



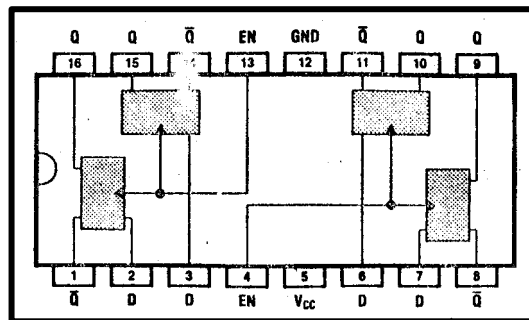
Durch einen Nadelimpuls an den Pins 2 und 3 wird der Zähler gelöscht und zählt ab diesem Zeitpunkt die Signale, die über den Schmitt-Trigger an Pin 14 geleitet werden.

Die Ausgabe der Zählung erfolgt über die Pins 8, 9, 11 und 12, die das Ergebnis an den Speicher 7475 übergeben.

3.1.3. „IC3“ – D-FlipFlop 7475

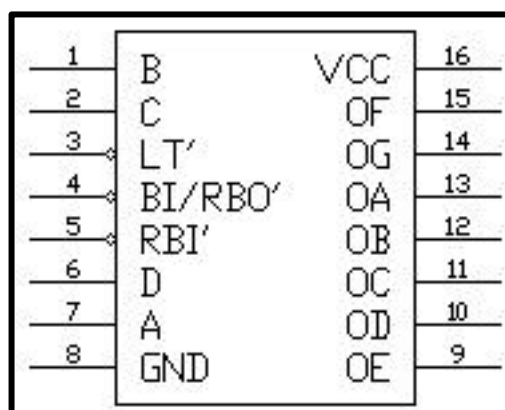
Dieses IC dient zum Speichern der gezählten Impulse. Während der Zählung wurde das 7475 mit einem Low-Signal an den Pins 4 und 13 gesperrt, so dass nach dem Zählvorgang die Daten vom Zähler in das FlipFlop geladen werden.

Gleichzeitig wird das Resultat der Messung dem Komparator (7485) und dem Codeumsetzer (7447) übergeben.



3.1.4. „IC4“ – Codeumsetzer 7447

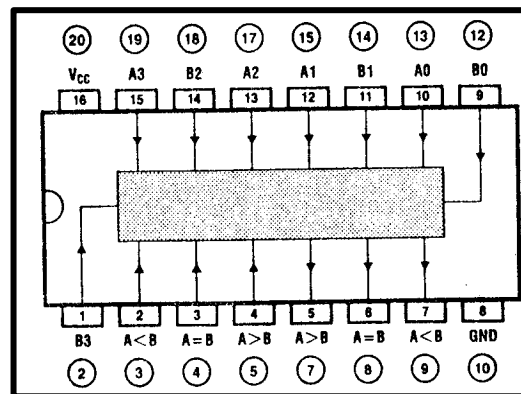
Der Codeumsetzer IC4 gibt die von IC3 erhaltenen Informationen so an die 7-Segment-Anzeige weiter, dass die Anzahl der gezählten Impulse dezimal sichtbar gemacht werden.



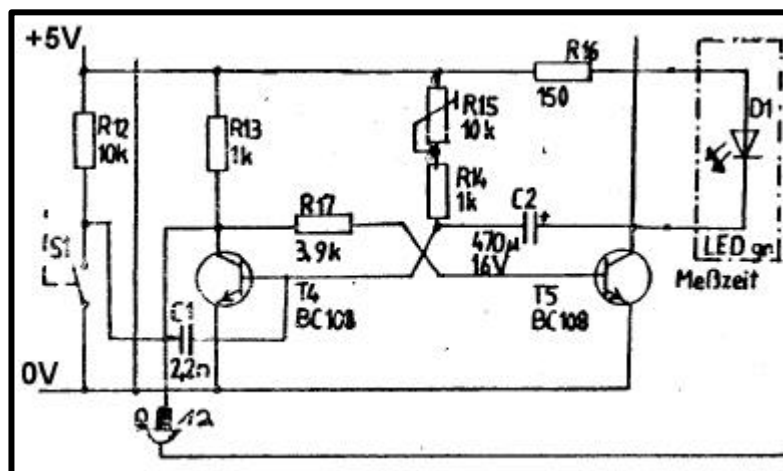
3.1.5. „IC5“ – Komparator 7485

Die Signale des FlipFlops 7475 und die vor der Messung einzustellende Zahl an S2 werden im IC5 verglichen.

Stimmen die Signale nicht überein, erhält Pin6 ein Low-Signal, der Ausgang des NANDs gibt High-Signal aus, der Transistor T6 schaltet durch und die rote Warn-LED leuchtet auf.



3.2. Monostabile Kippstufe



(Auszug aus dem Gesamtstromlaufplan)

In der Zeit, in der die Kippstufe aktiv ist, können mittels der Lichtschranke die Signale gemessen werden.

Nach Anlegen der Betriebsspannung versuchen beide Transistoren durchzusteuern. Je mehr der Transistor T₄ aber durchsteuert, desto geringer wird die Spannung U_{CE4} . Bei zu geringer Spannung U_{CE4} erhält Transistor T₅ jedoch keinen ausreichend großen Basisstrom; er sperrt.

Die Schaltung ist jetzt in ihrem stabilen Zustand, in der sie solange bleibt, bis eine äußere Kraft eine Änderung erzwingt. Der Kondensator C_1 lädt sich in dieser Zeit auf.

Die „Kraft“ zur Änderung des stabilen Zustands ist S_1 , der bei Betätigung dem Transistor T_4 kurzzeitig den Basisstrom nimmt, so dass dieser sperrt und T_5 wiederum einen ausreichenden Basisstrom erhält und leitend wird.

Der Kondensator wirkt nun wie eine Spannungsquelle und entlädt sich über R_{15} , R_{14} und R_{CE5} . Die Entladezeit wird also über diese Widerstände bestimmt, so dass mittels dem Trimmer R_{15} diese Zeit (zumindest in Grenzen) eingestellt werden kann.

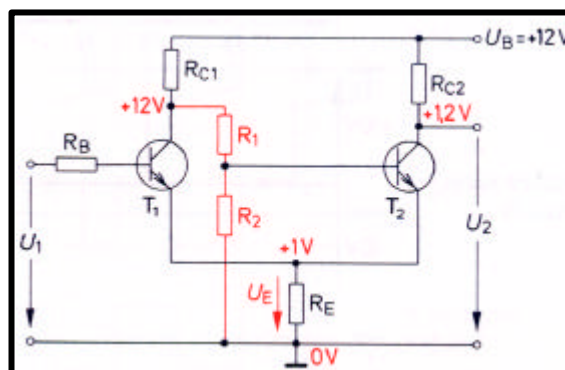
Nach der Entladung lädt sich C_1 erneut auf, der Transistor T_4 kann bei der Schwellspannung von ca. $0.8V$ durchsteigern und T_5 den Basisstrom „entziehen“.

Die Schaltung ist wieder in ihrem stabilen Zustand.

3.3. Schmitt-Trigger

Der hinter der Lichtschranke angeschlossene Schmitt-Trigger sorgt für eindeutige Low- und High-Pegel für das NAND IC1, das diese Signale an den Zähler IC2 weitergibt.

Ausreichend für einen Schmitt-Trigger sind 2 miteinander verkoppelte Transistorschalterstufen, doch es gibt viele verschiedene Schaltungsvarianten, die alle nach dem gleichen Prinzip arbeiten, das hier kurz erklärt werden soll:



Nach dem Anlegen der Betriebsspannung sperrt T_1 , da keine Spannung U_1 und somit keine Spannung U_{CE} vorhanden ist. T_1 ist somit hochohmig und am Kollektor liegt etwa das Potential der Betriebsspannung. (hier: 12V)

Der Spannungsteiler R_1 und R_2 ist so bemessen, dass T_2 bis zum Sättigungszustand durchsteuern kann. Der Emitterstrom von T_2 erzeugt an R_E einen Spannungsabfall von z. B. 1V, so dass die Basis-Emitter-Strecke von T_1 negativ vorgespannt ist. ($U_{BE1} = -1V$)

Zustand 1 – „Ruhezustand“

Es wird nun eine Spannung U_1 angelegt, durch für das Durchsteuern von T_1 sorgt, sobald U_1 größer als $U_E +$ Schwellspannung von T_1 ist. (ca. 1,6-1,7 V)

Der Transistor T_1 steuert durch, das Potential am Kollektor von T_1 sinkt ab, die Spannung U_{BE2} wird kleiner und der Basisstrom I_{B2} geht zurück. Dadurch wird auch der Spannungsabfall an R_E kleiner, was wiederum zum Aufsteuern des T_2 führt. Allerdings ist die sinkende U_E auch dafür verantwortlich, dass U_{BE1} ansteigt. (Annahme: U_1 bleibt relativ konstant)

Der Kippvorgang erfolgt wegen der Kopplung sehr schnell: Der Transistor T_1 steuert bis in den Sättigungszustand durch, Transistor T_2 sperrt.

Zustand 2 – „gekippter Zustand“ oder „Arbeitszustand“

Sinkt U_1 nun in Richtung Null zurück, passiert nichts, solange dieser Wert nur etwas unter dem Wert bleibt, der die Schaltung in den Arbeitszustand gebracht hat. ($U_E +$ Schwellspannung)

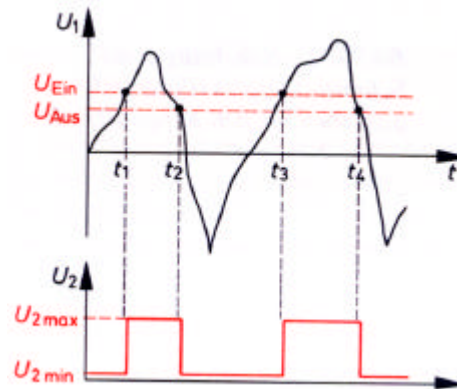
Der Basisstrom I_{B1} nimmt zwar ab, der Kollektorstrom I_{C1} folgt wegen der Übersteuerung von T_1 jedoch erst, wenn der für die Sättigung notwendige Basisstrom unterschritten wird. Wird I_{C1} kleiner, ist der Spannungsabfall an R_E geringer und U_{BE1} steigt.

Erst bei einem weiteren Absinken von U_{BE1} sperrt T_1 , das Kollektorpotential von T_1 steigt an, T_2 erhält einen ausreichend großen Basisstrom und steuert durch.

Zustand 1 – „Ruhezustand“

Von Bedeutung ist nun, dass die Höhe der Spannung U_1 , die dazu geführt hat, dass die Schaltung wieder in den Zustand 1 kippt, deutlich kleiner ist als die Höhe der Spannung U_1 , die zum Zustand 2 geführt hat.

Deshalb wird der Schmitt-Trigger dazu genutzt, „unsaubere“ Eingangssignale in „saubere“ Signale zu wandeln, wie sie in der Digitaltechnik zur korrekten Bestimmung von Low- und High-Signalen erforderlich sind.



3. Funktionsbericht

Nachdem durch das Betätigen von S_1 die Kippstufe ausgelöst wurde, leuchtet D_1 und die Messung kann beginnen.

Die Signale, die die Lichtschranke beim Durchführen des „Lochstabs“ weitergibt, werden durch den Schmitt-Trigger aufbereitet und über 2 NANDs an das Zähler-IC 7490 geleitet.

Während der Messung erhält das Speicher-IC 7475 auf den Pins 4 und 13 jeweils Low-Signale, was zur Sperrung des ICs führt. Erst nach der Messung werden die vom Zähler-IC kommenden Signale über die Pins 2, 3, 6 und 7 in das Speicher-IC geladen und gleichzeitig dem Ausgang des ICs zugeführt.

Angeschlossen sind hier das Codeumsetzer-IC 7447, das die Signale so aufbereitet und an die 7-Segment-Anzeige weitergibt, dass hier die Anzahl der gezählten Impulse (=Löcher) sichtbar gemacht werden.

Außerdem erhält das Komparator-IC 7485 die gezählten Impulse und vergleicht diese mit der durch S_2 voreingestellten Anzahl. Hier ergeben sich nun 2 Möglichkeiten:

- die Signale sind identisch: Pin 6 erhält High-Signal, das NAND liefert Low-Signal, der Transistor T_6 sperrt und D_2 leuchtet nicht.
- die Signale sind unterschiedlich: Pin 6 erhält Low-Signal, das NAND liefert High-Signal, der Transistor T_6 steuert durch und D_2 leuchtet.

Diese „Stückzahlüberwachung“ ist also so konstruiert, dass eine Warn-LED leuchtet, wenn eine vorher definierte Anzahl (S_2) nicht dem entspricht, was durch die Lichtschranke tatsächlich gemessen wurde.