

FTKL 2 ..HEL: Projekt Digitaler Würfel mit LED-Anzeige

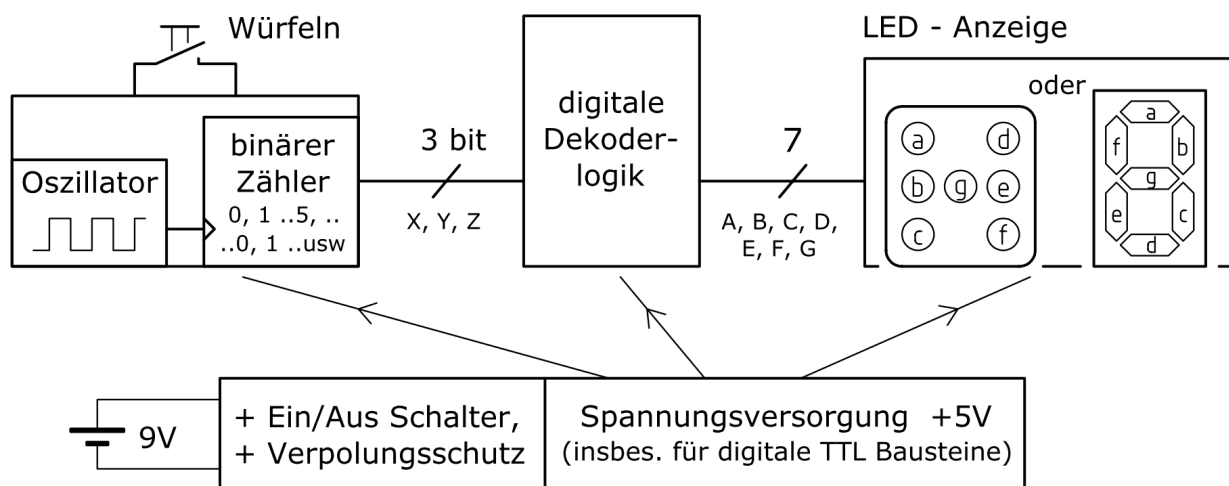
1. Aufgabenstellung

Aufgebaut wird eine elektronische Schaltung welche eine „zufällige“ Würfelzahl erzeugt und anzeigt, Und die wie folgt zu bedienen ist:

Solange die „Würfeltaste“ gedrückt ist, werden laufend und sehr schnell (~10tsd x pro Sekunde) alle Würfelzahlen [1]..bis..[6] nacheinander durch"gerollt" ... bis zum Auslassen der Würfeltaste.

Diese eine zufällige Zahl wird dann digital angezeigt: Die Anzeige erfolgt mittels 7 Leuchtdioden (entweder am einem „Würfeldisplay“ oder mit einer 7-Segmentanzeige)

2. Konzept und Blockschaltbild:



3. Vorgangsweise

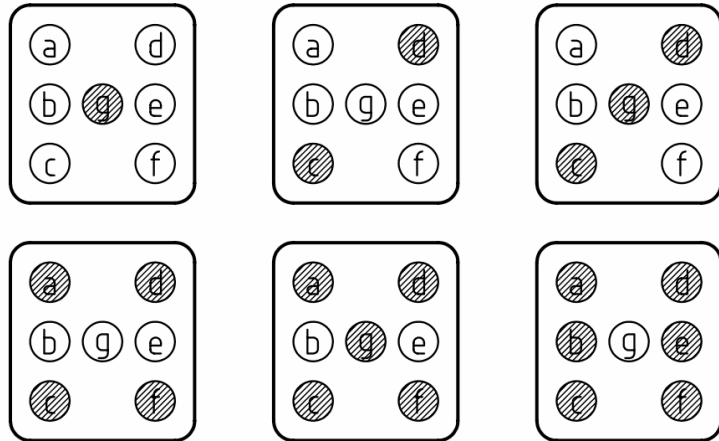
- + Oszillatorschaltung: Recherche und Festlegung (Böhmer, Internet, andere fragen (Profs, etc) ..
- + Zähler-IC SN74LS93 verwenden: ein (resetable) 4-bit Binary Counter: Datenblatt „ausloten“
- + Spannungsversorgung mittels Festspannungsregler 7805: siehe Unterlagen Festspannungsregler
- + LED – Anzeige: Ansteuerung mit digitalen (TTL-) Signalen & LED- Strombegrenzung: schlau machen !!
- + a) Gruppenspezifische (& humanverständliche) Anzeige des gewürfelten Ergebnisses
 - a1) als „Bild“ der Würfelaugen mit 7 einzelnen LEDs
 - a2) als „Zahl“ der Würfelergebnisse mittels einer LED 7-Segmentanzeige
- + b) Gruppenspezifisch: Zuordnung Zählerzustand X,Y,Z zu den LED-Zustand A,B,C,D,E,F,G
- + c) Gruppenspezifisch: Dekoderlogik mit TTL 2fach-Gattern
 - c1) mit 74xx00 (2fach NAND) Gattern
 - c2) oder mit 74xx02 (2fach NOR Gattern)

4. Abzugeben ist eine wohlstrukturierte Projektmappe

- + Deckblatt + Inhaltsverzeichnis
- + Aufgabenstellung
- + Dimensionierung, Berechnung: Oszillator, digitale Dekoder-Logik, LED-Ansteuerung, ..
- + der Schaltplan, der aus der Dimensionierung resultiert
- + Schaltungsprüfung * Simulation * Steckbrettaufbau
- + Platinenfertigungsunterlagen * Serviceplan * Platine * Bestückungsplan * Bohrplan * Stückliste
- + Anhang * Auszüge aus Datenblättern, welche verwendet worden sind (Logik-ICs & wichtige Bauteile)

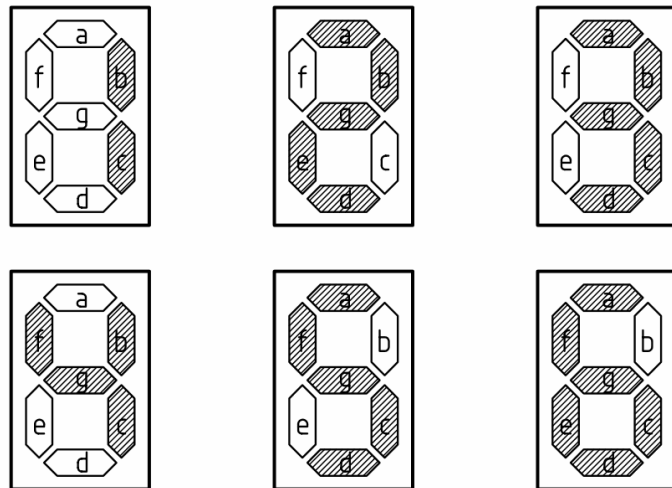
a) „Humanverständliche“ Anzeige des gewürfelten Ergebnisses:

a1) „Bild“ des Würfelstandes:



a2) „Zahl“ des Würfelstandes:

7_Segment Anzeige



b) Dekodierung - Zählerzustand zu Würfelanzeige:

Zähler XYZ :		000	001	010	011	100	101	ange- zeigter Würfel- stand
b1)		<1>	<2>	<3>	<4>	<5>	<6>	
b2)		<2>	<3>	<4>	<5>	<6>	<1>	
b3)		<3>	<4>	<5>	<6>	<1>	<2>	
b4)		<4>	<5>	<6>	<1>	<2>	<3>	
b5)		<5>	<6>	<1>	<2>	<3>	<4>	
b6)		<6>	<1>	<2>	<3>	<4>	<5>	
b7)		<1>	<3>	<5>	<2>	<4>	<6>	
b8)		<2>	<4>	<6>	<1>	<3>	<5>	

5. Gruppenaufteilung

Gruppe:	-01-	-02-	-03-	-04-	-05-	-06-	-07-	-08-	-09-	-10-	-11-	-12-	-13-	-14-	-15-
c) Gatter:	NAND	NOR	NAND	NOR	NAND	NOR	NAND	NOR	NAND	NOR	NAND	NOR	NAND	NOR	NAND
b) Dekod:	B1)	b1)	b2)	b2)	b3)	b3)	b4)	b4)	b5)	b5)	b6)	b6)	b7)	b7)	b8)
a) 7-Segm	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]

FTKL Bewertungsraster für das 2. Projekt (Digitaler Würfel)	2AHEL
--	--------------

Begutachter: DI Mag Erich Walter, M.A.

Gesamtnote:

Gruppe:

Gruppenmitglieder:

Beurteilungskriterium		maximale Punktezahl	erreichte Punkte		Kommentar
Inhalt / Umsetzung:					
Aufgabenstellung		max. 5 Punkte			
Logikteil: Wahrheitstabelle u. KV-Diagramme samt Umwandlung in NOR/NAND		max. 20 Punkte			
Berechnung Zähler- / Oszillatorteil und Vorwiderstände LED		max. 15 Punkte			
Schaltplan		max. 10 Punkte			
Simulation		max. 5 Punkte			
Übungsaufbau		max. 10 Punkte			
Fertigungsunterlagen (Altium)		max. 10 Punkte			
Stückliste und Datenblätter		max. 5 Punkte			
Formale Aspekte:					
Vollständigkeit der Aufgabenerfüllung (Leistungsumfang)		max. 10 Punkte			
Erscheinungsbild		max. 10 Punkte			
Gesamtbeurteilung		max. 100 Punkte			

Ort, Datum:

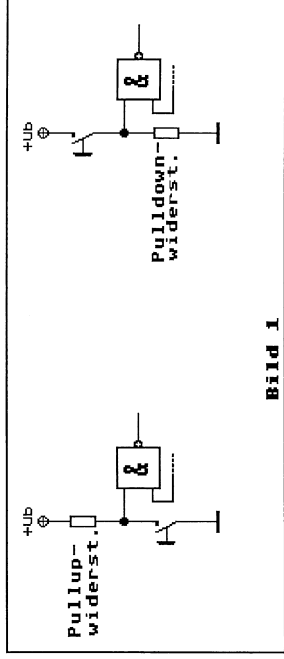
Unterschrift des Begutachters:

Punkteraster: <= 60 Punkte = nicht genügend, 61 – 70 Punkte = genügend, 71 – 80 Punkte = befriedigend, 81 – 90 Punkte = gut, 91 – 100 Punkte = sehr gut

Was ist ein Pullup- und ein Pulldown-Widerstand?

„Pull“ heißt ziehen, „Up“ heißt rauf und „Down“ heißt runter. Ein Pullup-Widerstand zieht also etwas hinauf und ein Pulldown-Widerstand zieht etwas hinunter.

Der eine zieht die elektrische Spannung hinauf und der andere zieht die Spannung hinunter. Das Hinaufziehen geht dabei meist bis zum Betriebsspannungswert $+U_b$ und das Hinunterziehen hinunter auf GND, oder im Falle einer symmetrischen Betriebsspannung von $\pm U_b$ auf $-U_b$.



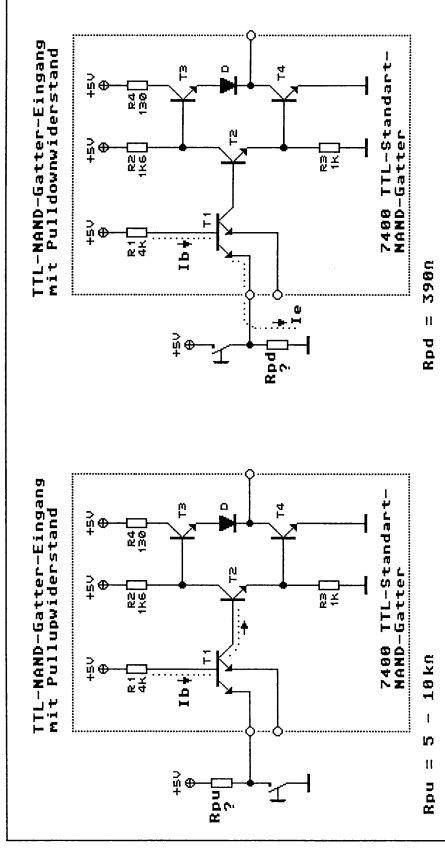
Es gibt zwei Möglichkeiten einen Taster mit einem logischen Gatter zu verbinden. Will man dafür sorgen, dass der Eingangspin logisch LOW erhält wenn die Taste gedrückt wird, so gilt das Schaltbild auf der linken Seite.

Der Taster - es kann selbstverständlich auch ein Schalter sein - liegt zwischen dem Eingang des Gatters und GND. Der Pullup-Widerstand liegt zwischen dem Eingang und $+U_b$. Beim Öffnen des Tasters zieht der Pullup-Widerstand die Spannung am Anschlusspin hoch bis zum Betriebsspannungswert $+U_b$, was logisch HIGH entspricht.

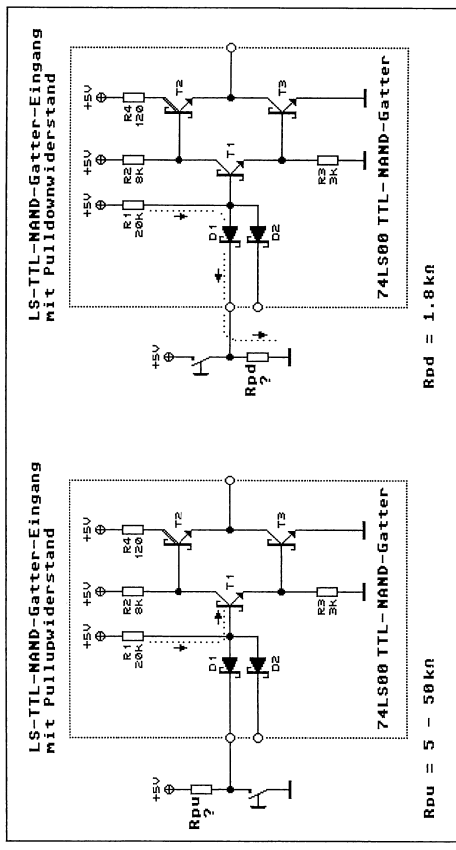
Will man dafür sorgen, dass der Eingangspin logisch HIGH erhält wenn die Taste gedrückt wird, so gilt das Schaltbild auf der rechten Seite. Der Kontakt liegt zwischen dem Eingang des Gatters und $+U_b$. Der Pulldown-Widerstand liegt zwischen dem Eingang und GND. Beim Öffnen des Kontaktes zieht der Pulldown-Widerstand die Spannung am Eingang hinunter auf GND, was logisch LOW entspricht.

Dimensionierung der Widerstände ist Abhängig von der gewählten Logikfamilie:

Standard-TTL und die Pullup- und Pulldown-Widerstände



LS-TTL und die Pullup- und Pulldown-Widerstände

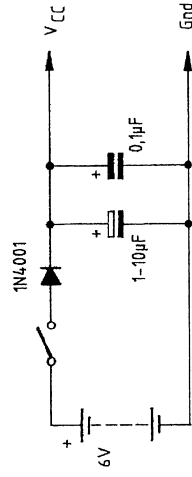


Integrierte Schaltungen mit TTL-/LS-Technologie

Einführung

TTL ist die bewährteste und am breitesten gefächerte digitale IC-Familie. LS-Technik ist in seiner Funktion identisch mit TTL, aber LS ist ein bisschen schneller und benötigt 80% weniger Energie. TTL-/LS-Chips benötigen eine geregelte Spannung von 4,75 bis 5,25 Volt.

Hier eine einfache Stromversorgung aus Batterien:



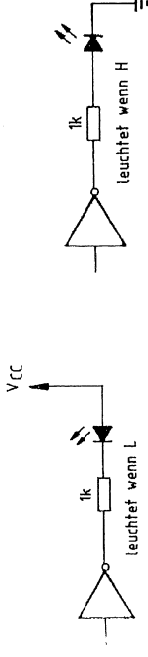
Die Diode verringert die Betriebsspannung um ca. 0,7 bis 0,8V auf einen sicheren Pegel. Schaltungen mit vielen TTL-Bausteinen benötigen auch viel Strom. Benutzen Sie dann Netzteile mit 7805-Spannungsreglern.

Betriebsbedingungen für TTL/LS

1. V_{CC} darf 5,25V nicht überschreiten.
2. Eingangssignale dürfen V_{CC} nicht überschreiten und dürfen nicht negativ gegenüber Masse sein.
3. Unbenutzte Eingänge haben automatisch HIGH-Pegel. Aber verlassen Sie sich nicht darauf. Wenn ein Eingang sicher HIGH sein muss, sollte man ihn auch auf HIGH legen.
4. Eingänge die LOW sein sollen, müssen immer auf LOW (Masse) gelegt werden.
5. Verbinden Sie grundsätzlich nicht verwendete Eingänge mit einem benutzten Eingang des gleichen Gatters.
6. Legen Sie Eingänge von unbenutzten Gattern so, dass am zugehörigen Ausgang HIGH-Pegel entsteht, um Strom zu sparen (NAND: Ein Input auf HIGH; NOR: alle Inputs auf LOW).
7. Verwenden Sie mindestens einen Pufferkondensator von 0,01 - 0,1µF bei Schaltungen mit 5 bis 10 normalen Gattern. Es entstehen beim Umschalten von TTL-/LS-Ausgängen heftige Stromspitzen. Diese Kondensatoren müssen mit kurzen Leitungen so nahe wie möglich an den Anschlüssen für V_{CC} und Masse der TTL-/LS-ICs montiert werden.
8. Innerhalb der Schaltungen sind lange Leitungen zu vermeiden.
9. Wenn die Stromversorgung nicht mit auf der Leiterplatte ist, sind die Versorgungsleitungen auf der Leiterplatte unmittelbar mit einem Kondensator von 1 - 10µF zu puffern.

Zusammenschaltung von TTL und LS

1. Ein TTL-Ausgang kann bis zu 10 TTL-Eingänge oder 20 LS-Eingänge treiben.
2. Ein LS-Ausgang kann bis zu 5 TTL-Eingänge oder 10 LS-Eingänge treiben.
3. TTL-/LS-LED-Treiber:



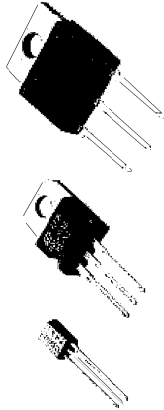
TTL-/LS-Fehlersuche

1. Sind alle Eingänge angeschlossen?
2. Stecken alle „Beinchen“ in den Sockeln / im Steckbrett?
3. Erfüllt die Schaltung alle TTL-/LS-Betriebsbedingungen?
4. Verbindungen vergessen?
5. Genügend Pufferkondensatoren verwendet? Sind deren Anschlüsse kurz?
6. Ist V_{CC} an jedem Baustein innerhalb des zulässigen Bereichs?

Integrierte Festspannungsregler (78xx/79xx)

Bei Anwendungen mit ständiger Spannungstabilisierung und geringer, sowie stabiler Stromentnahme reicht eine einfache Schaltung mit Vorwiderstand und Z-Diode aus. Wenn allerdings größere Ströme, genauere und stabilere Spannungswerte gefordert werden, kommen integrierte Festspannungsregler zum Einsatz. Sie bestehen aus verschiedenen Stabilisierungsschaltungen und mehreren Verstärkerstufen. Zusätzlich haben sie eine interne Strombegrenzung, die bei Überlastung und Kurzschluß einsetzt. Bei einem Kurzschluß regelt der Festspannungsregler seine Ausgangsspannung automatisch herunter. Wird der Kurzschluß aufgehoben, stabilisiert sich die Ausgangsspannung wieder auf ihren festen Wert. Eine thermische Schutzschaltung verhindert die Zerstörung des ICs durch Überhitzung.

78xx-/79xx-Serie



Die bekanntesten Festspannungsregler sind die 78xx-Serie für positive und die 79xx-Serie für negative Spannungen. Die Ausgangsspannungen dieser Serien können 5, 6, 8, 9, 12, 15, 18 oder 24 V betragen. Damit die Spannungsregler einwandfrei arbeiten sollte die Eingangsspannung mindestens zwischen 2 bis 3 V über der Ausgangsspannung liegen. Bei diesen Reglern sollte die Eingangsspannung nicht mehr als 36 V betragen. Die Differenz der Eingangsspannung zur Ausgangsspannung sollte nicht viel höher sein als 3 V, sonst ist die Verlustleistung am Festspannungsregler zu groß. Die Verlustleistung macht sich als Wärmeentwicklung bemerkbar. Das erfordert eine Kühlung durch ein Kühlblech.

Typenbeschreibung

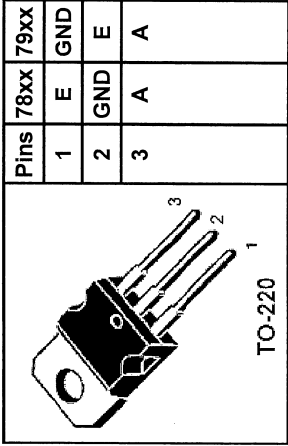
In der Tabelle ist die Stromentnahme bei Kühlung durch ein Kühlblech oder Kühlkörper angegeben. Ist keinerlei Kühlung möglich, so ist nur etwa die Hälfte der Stromentnahme möglich (eher weniger), ohne den Festspannungsregler durch Überhitzung zu zerstören.

Das xx bezeichnet den Wert der Ausgangsspannung in zwei Zahlen. 05 wäre demnach 5 V, 12 wäre demnach 12 V.

Bezeichnung	Stromentnahme bei Kühlung
78Lxx	0,1 A
78Mxx	0,5 A
78xx	1 A

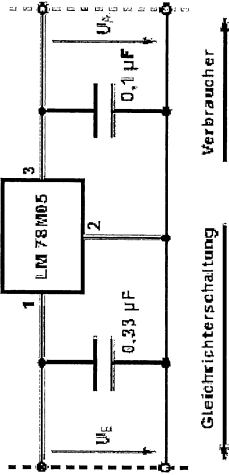
78Sxx	2 A
78Txx	3 A
78Hxx	5 A

Pinbelegung



Beschaltung

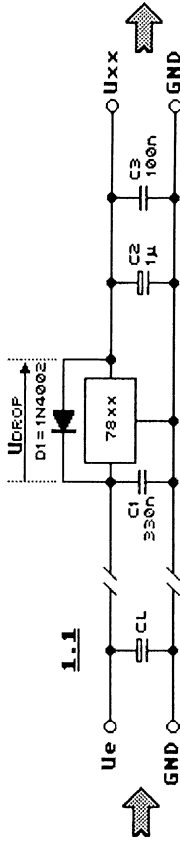
Grundschaltung:



Die einzige notwendige Beschaltung des Festspannungsreglers sind zwei Kondensatoren. Jeweils am Eingang und am Ausgang sollten sie auf kurzer Strecke mit dem Festspannungsregler verbunden sein.

Vor dieser Schaltung befindet sich die Gleichrichterschaltung. Nach der Schaltung befindet sich die übrige Schaltung oder der Verbraucher.

Mit Schutzschaltung:



Uxx ist die Ausgangsspannung Ua des Festspannungsreglers 78xx.

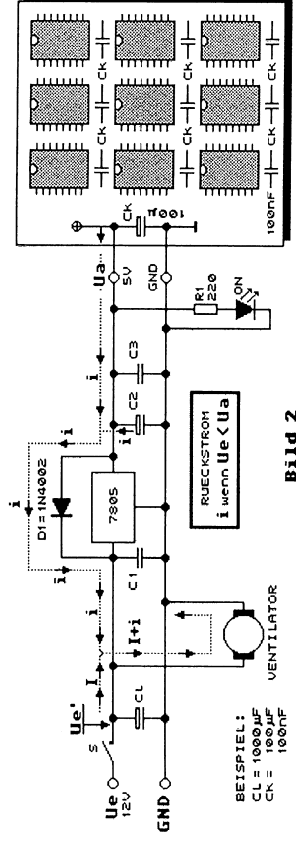
Die überlebenswichtige Rückflußdiode D1:

Dem Betrachter fällt die Diode D1 auf, welche zwischen Ein- und Ausgang in Sperrrichtung geschaltet ist. Aber wozu dient sie?

Falls der Zustand eintritt, daß auch nur für einen kurzen Moment Uxx/Ua größer ist als Ue, dann führt dies zur Zerstörung des 78xx. Dummerweise folgt durch eine solche Zerstörung oft auch ein Kurzschluß zwischen Ein- und Ausgang des Spannungsreglers, d.h. Uxx bzw. Ua entspricht Ue, was die Zerstörung der an Uxx oder Ua angeschlossenen Schaltung zur Folge haben kann. Dies kann durch den Einsatz der Rückflußdiode D1 verhindert werden.

Für die Interessierten:

Wie ist es aber möglich, daß die Ausgangsspannung größer als die Eingangsspannung werden kann. Siehe dazu folgende Schaltung:



Gleich im Voraus: Die Strombezeichnung 'i' anstatt 'I' zeigt, daß man es mit einem rückwärts fließenden Strom von Ua nach Ue zu tun hat! Natürlich ist das keine allgemeine Regel. Sie gilt nur hier, damit es übersichtlicher ist.

Oft herrscht die Meinung vor, nur dann, wenn am Eingang des Spannungsreglers ein Elko geschaltet ist, der eine niedrigere Kapazität aufweist als die des Elko am Ausgang des Spannungsregler (mit einbezogen die Kapazitäten Ck der zu speisenden Schaltung), fließt ein schädlicher Rückstrom vom Ausgang zum Eingang, wenn das Netzteil eingangsseitig abgeschaltet wird. Diese Meinung stimmt nicht!

Der Ventilator ist jetzt gerade nicht angeschlossen. Ck in Bild 2 wäre jetzt größer als CL. C1, C2 und C3 vernachlässigen wir in diesem Beispiel, weil ihre Kapazitäten in Relation zu CL und Ck vernachlässigbar niedrig sind. In dieser Konstellation "CL < Ck" fließt der Rückstrom i beim Ausschalten von Schalter S. Rückstrom i ist aber keineswegs ausgeschlossen, wenn "CL > Ck". Warum das so ist, erklären die folgenden Abschnitte...

Angenommen, in Bild 2 ist CL, der Lade-Elko, der zu einem Gleichrichter gehören kann, mit einer Kapazität von 1000 µF zehn mal so groß wie die des Elko Ck mit 100 µF. Wir haben in Bild 2 ein Beispiel eines kleinen digitalen Systems das mit

einer Spannung von typisch 5 VDC versorgt wird. Als Spannungsregler genügt ein einfacher 7805. Vor dem Spannungsregler kommt eine unregelte Spannung von etwa 12 VDC zum Einsatz, die auch noch einen Ventilator speist, der die gesamte Schaltung kühlt. Was passiert, wenn man den Schalter S öffnet? CL entlädt sich über den Innenwiderstand des Ventilators, Ue' sinkt und der Ventilator läuft langsamer. Ue' erreicht die kritische Minimalspannung, bei der der 7805 die geregelte Ausgangsspannung von 5 VDC nicht mehr halten kann. Ua sinkt ebenfalls. Ck wehrt sich dagegen und versucht die 5 VDC aufrecht zu erhalten, bildlich gesprochen, und genau das gelingt einigermaßen, wenn die Entladezeitkonstante von Ck und dem Innenwiderstand der digitalen Schaltung größer ist als die von CL und dem Innenwiderstand des Ventilators. Es kommt bei diesem gesamten Entladungsvorgang zum Zustand, daß Ua grösser ist als Ue'. Ist Ua um die Diodenflussspannung von D1 grösser als Ue', fließt ein Entladestrom i von Ck über D1 zum Ventilator. Würde D1 fehlen, dann sinkt Ue' soweit, bis die IC-interne Durchbruchspannung erreicht ist und Ck entladet sich mit dem Strom i über den 7805 in Richtung Ventilator. Und genau dies schadet dem 7805 und ebenso sehr vielen andern Spannungsreglern anstelle des 7805.

Es stellt sich die Frage, was eigentlich passiert, wenn es den Ventilator gar nicht gibt und so an CL überhaupt keine zusätzliche Last vorhanden ist. In diesem Fall ist die Zeitkonstante von Ck und der digitalen Schaltung viel niedriger, als die vom größeren CL und dem Belastungswiderstand, bestehend aus dem 7805 und der digitalen Schaltung. Die Folge davon ist, daß beim gesamten Entladungsvorgang Ue' ständig größer ist als Ua. Es fließt kein Rückstrom i durch D1. Das stimmt allerdings auch nur dann, wenn man für den minimalen Belastungsstrom am Ausgang des 7805 sorgt, wie dies das Datenblatt vorschreibt. Man denke bei diesem Beispiel daran, daß eine digitale CMOS-Schaltung, wenn sie aus irgendeinem Grunde gerade nicht getaktet wird (statischer Zustand), so gut wie keinen Strom braucht. Für die Minimallast von 10 bis 20 mA kann man eine LED für die Betriebsanzeige einsetzen, wie dies Bild 2 zeigt.

Es lohnt sich allerdings nicht herauszufinden, ob der 7805 (oder ein anderer Spannungsregler) wegen einem möglichen Stromrückfluß gefährdet ist oder nicht, weil der Aufwand des Einsatzes von D1 schlichtweg minimal ist (auch preislich). Ein Kurzschluß von Ue oder Ue' nach GND, z.B. durch den plötzlichen Defekt von CL gefährdet den 7805 ohne D1 mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit. Nach der Beseitigung des Kurzschlusses (Ersatz von CL), zeigt sich beim Wiedereinschalten der Schaltung in Bild 2, **bei defektem 7805**, an Ua die volle Spannung von Ue und das wird mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit die gesamte digitale Schaltung zerstören. D1 ist eine minimale Zugabe mit sehr hoher Sicherheitssteigerung!

Koppel- oder Block-Kondensator, das ist hier die Frage:

Was das L bei CL bedeutet, ist bereits klar. Ck bedeutet Koppel-Kapazität, worunter man das Auskoppeln (Filtern, Unterdrücken) von nieder-, mittel- und hochfrequenten Störspannungen (auch transiente steilflankige Impulse) versteht. Elkos wirken, wegen ihrer parasitären Induktivität, bei Frequenzen bis in den 100 kHz-, keramische (Multilayer-)Kondensatoren bis weit in den 100 MHz-Bereich oder sogar noch mehr. Das betrifft dann transiente Impulsflanken im Bereich von 10 bis 1ns. Ck-Kondensatoren haben aber noch einen andern Zweck: Sie schaffen im genannten Frequenzbereich eine niedrige Quellimpedanz für die nachfolgende Schaltung. Dies begünstigt die Stabilität (geringe

..... fast fertig, aber Papier auch