

---

## Bei Nichtgebrauch null Strom...

Gunther Zielosko

### 1. Einleitung

Haben Sie nicht auch schon batteriebetriebene Projekte mit dem BASIC-Tiger® verworfen, einfach weil dieser zu viel Strom braucht? Ärgerlich wird die Sache besonders dann, wenn der BASIC-Tiger® in der geplanten Anwendung eigentlich nur hin und wieder arbeiten soll – trotzdem ist sein Strombedarf auch in den Ruhepausen vergleichsweise hoch. Denken Sie z.B. an eine Steuerung mit zwei kleinen Motoren, die eine Videokamera feinfühlig schwenken und drehen soll. Haben Sie ihr Objekt im Visier, bleiben alle Motoren stehen. Trotzdem will der BASIC-Tiger® ungefähr 50 mA haben und das ist für Batterien auf die Dauer nicht akzeptabel. Ähnliche Probleme gibt es z.B. bei Alarmanlagen, Messsystemen oder Zutrittssteuerungen. Der Rechner soll z.B. auf einen beliebigen Knopfdruck am Bedienungspaneel aktiviert werden, sein Programm abarbeiten, eventuell Daten in den Flash ablegen und sich dann selbst so gründlich abschalten, dass die Batterie nicht mehr belastet wird. Erst beim nächsten Knopfdruck oder beim nächsten Impuls einer Alarmanlage wird wieder Strom gebraucht. Wäre das für Sie interessant? Dann schauen Sie weiter rein – die in diesem Applikationsbericht vorgestellten Lösungen können auch für andere Projekte hilfreich sein!

Die hier vorgestellte Systemlösung ist nur ein Beispiel dafür, wie eine BASIC-Tiger®-Schaltung nur im aktiven Zustand wertvollen Akkustrom verbraucht. Sie baut auf den im vorigen Applikationsbericht gemachten Erfahrungen mit Motorsteuerungen auf. Auch hier werden wir zwei kleine Motoren mit einem Motor-Controller der Firma Pololu steuern. Das System soll mit einer Batterie aus 3 Zellen mit je 1,2 V, also mit nominell 3,6 V arbeiten. Ein Motor soll auf Knopfdruck feinfühlig angefahren und nach und nach beschleunigt werden, bis die Maximalgeschwindigkeit erreicht wird. Wird die Taste losgelassen, stoppt der Motor. Wird die Taste wieder gedrückt, beginnt der Motor wieder ganz langsam zu drehen - dasselbe mit einer zweiten Taste rückwärts. Ein solcher Antrieb kann z.B. für die oben erwähnte Kamerapositionierung oder für die Fokussierung eines Teleskops verwendet werden. Die zuerst langsame und dann schnellere Bewegung ermöglicht eine elegante Fein-Justierung, aber auch das schnelle Überfahren weiter Bereiche. Mit den Erfahrungen aus dem letzten Bericht kein Problem, werden Sie sagen....

### 2. Das Konzept

Wie immer stellen wir erst einmal zusammen, was unsere Schaltung tun soll.

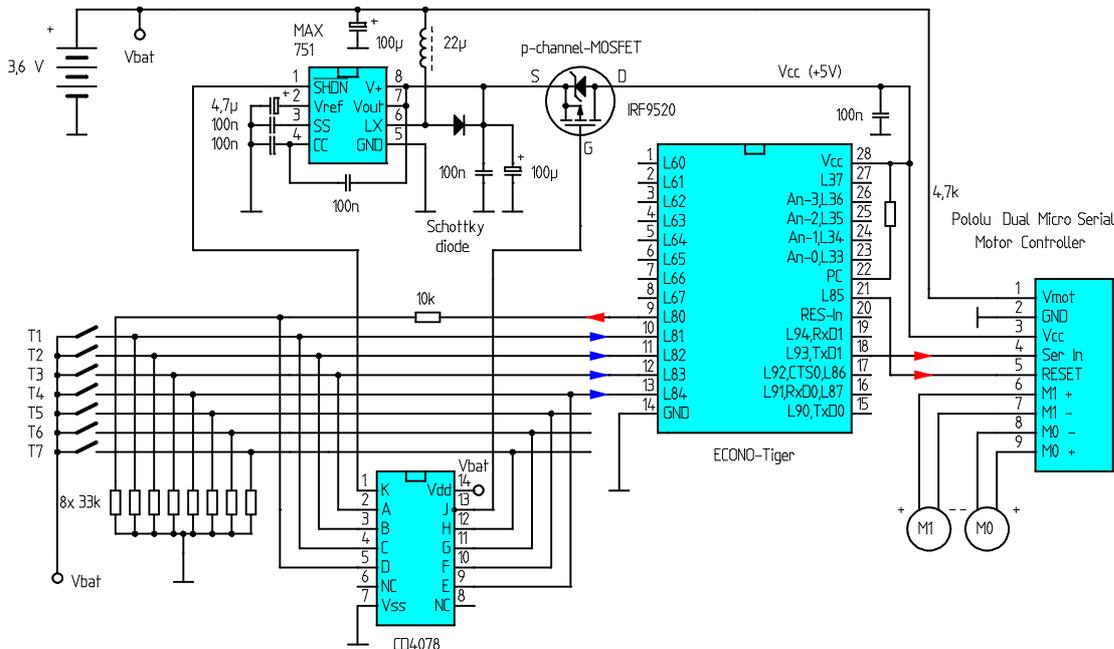
- Der BASIC-Tiger® braucht eine stabilisierte Spannung  $V_{cc}$  (+5V), die im direkten Batteriebetrieb nicht gewährleistet ist. Wir benutzen daher am besten einen effizienten

Step-Up-Wandler, der aus der kleineren und unstabilierten Batteriespannung eine konstante Betriebsspannung von 5V erzeugt. Der Motor selbst soll aber die niedrigere Batteriespannung verwenden und damit den Regler nicht belasten. Wir wählen eine Batterie mit 3 NiCD- oder NiMH-Zellen, d.h. 3,6 V Nominalspannung.

- Der BASIC-Tiger® und die gesamte Stromversorgung soll in den Arbeitspausen zwar vollkommen abgeschaltet werden, vorher aber noch Zeit genug haben, z.B. Daten in den Flash zu schreiben. Damit könnten Positionierantriebe realisiert werden, die sich beliebig lange ihre aktuelle Position „merken“. Wird wieder eine Taste gedrückt, werden die Daten aus dem Flash gelesen, dieser gelöscht und die gelesenen Werte weiterverarbeitet. Beim Loslassen der Taste schiebt der BASIC-Tiger® die aktualisierten Daten wieder in den Flash und begibt sich erst dann wieder in den „Schlafzustand“.
- Es sollen zwei Motoren mit einem Pololu Motor-Controller gesteuert werden. Die Motorspannung soll direkt aus der Batterie, die Logik-Versorgungsspannung aus der abschaltbaren und geregelten 5 V gewonnen werden. Da die geforderte Funktionalität eher gering ist, wollen wir mit einem ECONO-Tiger® auskommen.

### 3. Zu den Details

Bild 1 zeigt erst einmal die komplette Schaltung, Erklärungen folgen anschließend.



*Bild 1 Die Schaltung der Motorsteuerung mit Stand-By-Verhalten*

---

Das Herz der Spannungsversorgung des BASIC-Tigers® aus einer Batterie ist der Step-Up-Regler MAX751 mit seinen Standardkomponenten, den wir bereits von früheren Experimenten kennen.

Datenblatt MAX751: <http://pdfserv.maxim-ic.com/arpdf/MAX751.pdf>

Das Pin 1 dieses IC heißt „shut down“ oder abgekürzt SHDN. Damit kann der Regler abgeschaltet werden und verbraucht selbst nur noch einige  $\mu\text{A}$ . Trotzdem gibt es ein Handicap – wie in der Schaltung Bild 1 zu erkennen ist, gelangt die Batteriespannung über die sehr niederohmige Spule S1 und die Schottkydiode D1 direkt an die verbundenen Pins 7/8, wo im normalen Betrieb des MAX751 die geregelte 5 V – Spannung abgenommen wird. Obwohl über SHDN abgeschaltet, würde an diesem Punkt und damit auch am Vcc-Pin des BASIC-Tigers dennoch die harte Batteriespannung von 3,6 V minus Spannungsabfall über Spule und Diode anliegen. Damit funktioniert dieser zwar nicht mehr, verbraucht aber trotzdem Strom. Also ist „shut down“ eigentlich irreführend. Deshalb wird bei der Abschaltung des MAX751 gleichzeitig noch ein in die Ausgangsleitung zwischengeschalteter p-Kanal-MOSFET IRF9520 mit gesperrt, so dass nun wirklich „kein“ Strom mehr fließt.

Datenblatt IRF9520: <http://www.irf.com/product-info/datasheets/data/irf9520.pdf>

Die nächste Frage für die gestellte Aufgabe war: Wie kann ein Druck auf eine einzelne der Bedientasten die gesamte Stromversorgung aktivieren, eine Programmaktivität auslösen und beim Loslassen das geordnete Herunterfahren des Systems veranlassen? Die Lösung ist ein einfaches CMOS-Gatter, der CD4078.

Datenblatt CD4078: <http://www-s.ti.com/sc/ds/cd4078b.pdf>

Dieser IC beinhaltet ein 8-fach OR/NOR-Gatter und ist dank seiner Technologie zwischen 3 V und 18 V einsetzbar - und das bei einem sehr kleinen statischen Ruhestrom. Damit funktioniert er bei nominell 3,6 V und auch noch bei fast leerer Batterie mit 3 V (3 zusammengeschaltete Akkus dieser Bauart dürfen nicht bis auf 0 V, sondern minimal 3 V entladen werden!). Seine Betriebsspannung bekommt der CD4078 direkt aus der Batterie und alle Eingänge liegen über ein 8-fach Widerstandsnetzwerk von 22 - 33 k $\Omega$  an Masse. An maximal 7 der verfügbaren 8 Eingänge des CD4078 befinden sich Tasten, die seine Eingänge mit 3,6 V verbinden können. Sind alle Kontakte offen, entsteht im Ruhezustand (über die Widerständen an Masse) auch am OR-Ausgang ein Low-Pegel (ca. 0 V) und dies sperrt den MAX751 über dessen SHDN-Eingang. Wird eine Taste gedrückt (oder mehrere!), geht der betreffende Eingang auf High und der OR-Ausgang ebenfalls auf High (+3,6 V), was den MAX751 sicher anlaufen lässt. Der am CD4078 ebenfalls verfügbare NOR-Ausgang macht genau das Gegenteil, er geht in diesem Falle auf Low und öffnet damit den p-Kanal MOSFET IRF9520, d.h. dieser wird zwischen Source und Drain extrem niederohmig. Im praktischen Betrieb reicht er die stabilisierten 5 V nahezu unverfälscht weiter. Die Tasten bedienen aber nicht nur den CD4078, sondern werden auch an Eingänge des BASIC-Tigers gelegt. Gleichzeitig mit dem Hochfahren der Vcc läuft dessen Programm an, das nach der Initialisierung sofort den Zustand dieser Tasten-Eingänge abfragen und entsprechende

---

Aktivitäten einleiten kann. Damit haben wir also eine Stromversorgung, die beim Betätigen irgendwelcher Bedientasten zusätzlich die Betriebsspannung einschaltet.

Noch ein Trick! Ursprünglich hatte der Autor anstelle des OR/NOR-Bausteines CD4078 einen AND/NAND-Baustein CD4068 eingesetzt. Das funktioniert auch, natürlich mit entsprechend umgekehrten Eingangs- und Ausgangssignalen. Allerdings lägen die Ruhepegel an den Eingängen des abgeschalteten BASIC-Tigers dann auf 3,6 V. Infolge der Eingangsschutzbeschaltung dieser Eingänge, die unter anderem eine Diode zu Vcc des BASIC-Tigers besitzen, wird diese innere Vcc über die acht 33 k $\Omega$ -Widerstände auf ca. 2 V hochgezogen und damit fließt im BASIC-Tiger immerhin schon ein Strom von etwas über 1 mA. Das war unakzeptabel und wurde deshalb verworfen. Der OR/NOR-Baustein bringt im Ruhezustand Low-Pegel an die BASIC-Tiger-Eingänge und damit ist auch diese parasitäre Stromaufnahme beseitigt. Für weitere Experimente also immer daran denken – in einem abgeschalteten und batteriebetriebenen BASIC-Tiger<sup>®</sup> möglichst nur Low-Pegel anlegen und bei unvermeidbarem High-Pegel darauf achten, dass dieser nur hochohmig angelegt wird! Im schlimmsten Falle könnte sonst ein BASIC-Tiger<sup>®</sup> nämlich auch über einen niederohmigen High-Pegel an einem Eingang richtiggehend mit Betriebsspannung versorgt werden und anfangen zu arbeiten!

Was ist aber, wenn die Taste losgelassen wird? Schaltet sich da die Betriebsspannung abrupt wieder aus? Hier kommen wir zum nächsten cleveren Detail. Vielleicht haben Sie sich schon gewundert, warum bei einem 8-fach Gatter maximal 7 Tasten verwendet werden. Die Lösung ist einfach: Wir benutzen einen Gatter-Eingang zum Verriegeln des Bausteines. Der BASIC-Tiger<sup>®</sup> wird so programmiert, dass ein Logikpin (hier L80) nahezu sofort nach dem Programmstart ein statisches High-Signal ausgibt. Dieses Signal wird auf den noch freien 8. Eingang des CD4078 gegeben und damit ein dauernder Tastendruck simuliert. Solange dieser Steuerpin des BASIC-Tigers<sup>®</sup> auf High liegt, bleibt also die Betriebsspannung erhalten. Nun kann der BASIC-Tiger<sup>®</sup> solange arbeiten, wie er will. Erst, wenn alles erledigt ist – z.B. Daten in den Flash gerettet wurden – kann das Programm den Steuerpin auf Low setzen, das OR/NOR kippt in den anderen Zustand und schaltet dem BASIC-Tiger<sup>®</sup> die Betriebsspannung weg. In diesem Zustand liefert der Steuerpin zwar keinen Low-Pegel mehr, sondern ist hochohmig, dem CD4078 macht das aber nichts aus – der betreffende Eingang wird nun wieder über das Widerstandsnetzwerk mit GND (Low) versorgt. Der 10 k $\Omega$  Widerstand im Verriegelungszweig dient dazu, den Strom in den Gattereingang zu begrenzen. Da der BASIC-Tiger<sup>®</sup> im aktiven Zustand mindestens 4,5 V ausgibt, das Gatter aber mit minimal 3 V betrieben wird, könnten ohne Schutzwiderstand bereits unzulässige Ströme in den Gattereingang fließen.

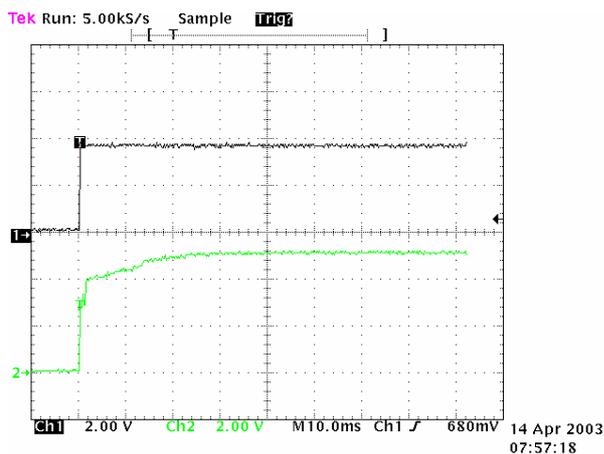
Der Rest ist „Routine“. Der für den Motorantrieb benutzte Pololu Dual Micro Serial Controller ist Ihnen bekannt: <http://www.pololu.com/products/pololu/0401/>

Gegenüber dem „normalen“ Pololu Dual Serial Controller, den wir im vorigen Bericht benutzt haben, gibt es elektrisch und von der Programmierung her kaum Unterschiede. Wir wählen ihn deshalb, weil er noch bei Motorspannungen bis herunter zu 1,8 V betrieben werden kann,

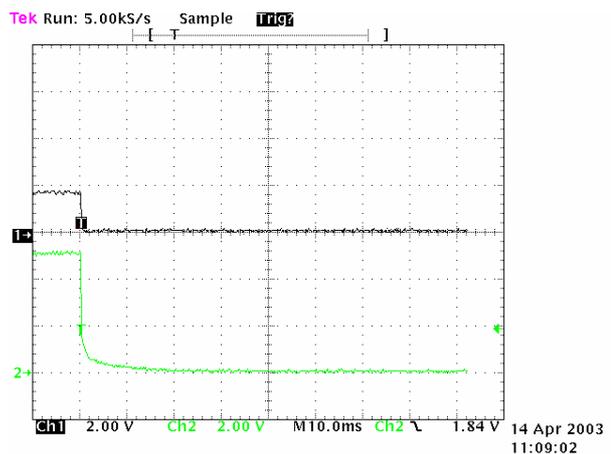
der Pololu Dual Serial Controller nominell eigentlich nur bis zu 4,5 V. Mit dieser Eigenschaft passt der „Micro“ besser zu unserer Batteriespannung von 3,6 V.

Die zeitlichen Abläufe in unserer Schaltung zeigen die Bilder 2 und 3.

Nach dem Betätigen einer Taste (Pegel am Gattereingang geht auf High) beginnt der Regler zu arbeiten. Da der 100 $\mu$ F-Kondensator vor dem MOSFET bereits vorher auf ca. 3 V lag, erreicht Vcc diesen Wert nach dem Öffnen des MOSFETs nahezu sofort. Nun wird es schwieriger, der Schalt-Regler muß diesen Kondensator aufladen und die gesamte Schaltung versorgen. Deshalb erfolgt die Ausregelung auf 5 V langsamer. Für BASIC- oder TINY-Tiger<sup>®</sup> ist das kein Problem, da sie einen internen Power-On-Reset-Schaltkreis besitzen. Beim ECONO-Tiger<sup>®</sup>, der aus Kosten- und Platzgründen so etwas nicht hat, kann das unter Umständen zu Startschwierigkeiten führen. Zwar hat der Autor bei eigenen Experimenten keine Probleme mit dem Power-On-Reset-Verhalten festgestellt, sicherer ist aber die Verwendung eines solchen Schaltkreises.



*Bild 2 Einschalten (schwarz Pegel an einer Taste, grün Vcc)*



*Bild 3 Ausschalten (schwarz wieder der Pegel an der nun losgelassenen Taste, grün VCC)*

Warum ist der Pegel an einer offenen Taste in Bild 3 mit den Widerständen gegen GND eigentlich nicht 0 V? Weil die als Eingang geschalteten Pins des ECONO-Tigers<sup>®</sup> Pull-Up-Widerstände von 50 bis 100 k $\Omega$  haben, die dann als Spannungsteiler zusammen mit diesen 33 k $\Omega$  Widerständen knapp 2 V erzeugen. Achten Sie also darauf, daß Ihr Widerstandsnetzwerk mit diesen inneren Pull-Up-Widerständen immer so zusammenarbeitet, daß es noch einen sicheren Low-Pegel gibt. Wenn Sie die Werte des Widerstandsnetzwerkes verkleinern, hat das übrigens keine Auswirkungen auf den Ruhestromverbrauch Ihrer Schaltung.

---

#### 4. Beispielprogramm

Die Funktionen des Programmes POWER01.TIG sind ganz einfach erklärt. Die vier Tasten schalten nahezu sofort die Stromversorgung ein und steuern zwei Motoren so an, daß sie langsam anlaufen und bis zur Maximaldrehzahl beschleunigt werden. Diese Beschleunigung erfolgt dynamisch, d.h. im unteren Drehzahlbereich langsamer als im oberen (Intervalle zwischen den hochgezählten Drehzahlwerten werden kürzer) Wird die Taste losgelassen, stoppt der Motor und die Stromversorgung des Gesamtsystems wird abgeschaltet. Ein Unterprogramm, das z.Zt. nur einen Reset des Motor-Controllers veranlaßt, könnten Sie in anderen Projekten z.B. zur Datenrettung in den Flash benutzen.

#### 5. Ausblicke

Wie schon am Anfang des Applikationsberichtes erwähnt, beschränken sich die Möglichkeiten der vorgestellten flexiblen und sparsamen Spannungsversorgung aus einer Batterie nicht auf die Ansteuerung von Motoren. Überall da, wo ein BASIC-Tiger® nur kurzzeitig auf äußere Ereignisse reagieren muß, bietet sich diese Schaltung an. Interessante Beispiele wären Alarmanlagen in Fahrzeugen oder an Orten, wo kein Stromnetz vorhanden ist, vielleicht im Gartenhaus. Ohne Probleme können auch Zusatzkomponenten wie Mobiltelefone o.ä. mitversorgt werden (siehe auch unseren Applikationsbericht „BASIC-Tiger® sendet SMS“). Andersherum könnte auch ein solches Telefon den BASIC-Tiger® mit Spannung beliefern, wenn dieser nur gelegentlich etwas tun soll. Oder denken sie an selten aktive solarbetriebene Messstationen, deren Puffer-Akkus über Nacht die Stromversorgung übernehmen müssen. Anstelle der im Beispiel verwendeten Tasten können natürlich auch alle anderen Kontaktvarianten (Türkontakte, Schaltuhren usw.) angewendet werden. Genauso lassen sich auch normale TTL- oder CMOS-Pegel als auslösendes Signal für die Aktivierung der schaltbaren Stromversorgung ausnutzen, nach entsprechender Anpassung sogar Signale einer seriellen RS232-Verbindung. Auch bei der Auswahl der Schaltungskomponenten sind Sie weitgehend frei. Sie müssen nicht 8 bzw. 7 Eingänge über den CD4078 zum BASIC-Tiger® nutzen. Wenn weniger Tasten bzw. Eingänge benötigt werden oder Sie die Pins des BASIC-Tigers® anderweitig brauchen, kann ein anderer CMOS-Schaltkreis die gleiche Aufgabe übernehmen. Wichtig ist nur, dass dieser IC aus derselben Familie kommt und mit 3 V Betriebsspannung zufrieden ist, die die Batterie liefert.