

Solar-Tiger-Konzept für Kurzzeitbetrieb

Gunther Zielosko

1. Wo ist das Problem?

Wenn man mit Sonnenenergie ganze Raumstationen, Wohnhäuser, Flugzeuge und Autos betreiben kann, sollte die Versorgung eines BASIC-Tigers® mit Solarstrom eigentlich kein Problem sein. Wenn man aber genauer hinschaut, gibt es doch erhebliche Schwierigkeiten – zumindest finanziell. Anlagen, die den Tiger und seine Peripherie dauerhaft mit Energie versorgen könnten, sind nämlich recht teuer. Gehen wir einmal davon aus, dass ein solcher Controller mit umgebender Schaltung bei konstanten 5V etwa 50 bis 100mA benötigt, braucht man unregelmäßig eine deutlich mehr Spannung (z.B. ein 12V – Solar-Modul) und zum anderen den Strom von etwa 100mA auch bei schlechtem Wetter ggf. über viele Tage. Soll das Gerät auch noch in der Nacht betrieben werden, sollte die Energie-Reserve, die über einen Akku realisiert werden muss, noch wesentlich höher sein. Das heißt, das Solar-Modul muss zum Laden des Akkus ein Vielfaches der Nennleistung erbringen, wenn einmal die Sonne scheint. Damit entstehen erhebliche Kosten. Für die Ladung des Akkus einschließlich Überladungs-Schutz ist ebenfalls ein nicht geringer Aufwand zu treiben.

Ganz anders sieht es aus, wenn der BASIC-Tiger® nur gelegentlich kurz arbeiten muss, wie es z.B. bei Alarmanlagen, Wetterstationen oder ähnlichen Anwendungen vorkommt. Hier kann den ganzen Tag oder viele Tage lang Solar-Energie gesammelt werden und nur bei Bedarf wird für Sekunden oder Minuten der volle Strom gebraucht. Ein solches Konzept vorausgesetzt, wird der Aufwand erheblich geringer und man kann auf sehr preiswerte Komponenten zurückgreifen.

Grundlage für unser System soll deshalb eine simple Solarleuchte sein, wie sie derzeit preiswert angeboten werden, in unserem Beispiel 3 Solarleuchten mit weißer LED für ca. 10 €



Bild 1 Beispiel für ein Solarleuchten-Set



Bild 2 Der obere Leuchtenteil mit Solarpanel



Bild 3 Gehäuse von unten mit Stielbefestigung

Solche Solarleuchten sind zwar derzeit überall im Angebot, zu echten Beleuchtungszwecken sind sie aber eher nicht zu gebrauchen. Meist sind nur eine einzelne oder manchmal auch zwei weiße Leuchtdiode eingebaut, die in der Dunkelheit aus einem Puffer-Akku versorgt wird. Leider reicht das Licht gerade zur Markierung von Wegen oder als kleiner Spot auf der Veranda.

Der Hersteller gibt nun in unserem Beispiel an, dass die Lampe bei optimalen Beleuchtungsverhältnissen am Tag in der Nacht bis zu ca. 8 Stunden leuchtet. Das klingt viel, wir wollen aber mal nachrechnen. Die weißen LED's haben eine Brennspannung von ca. 3,6V, der Akku eine Nennspannung von 1,2V. In den Leuchten befindet sich auch eine Transverter-Schaltung, die die Akkuspannung nachts von 1,2V auf höher gespannte Impulse transformiert, mit denen die LED dann betrieben wird. Selbst bei 100-prozentigem Wirkungsgrad ist also ein Äquivalent von mindestens 30mA dauerhaftem Gleichstrom aus dem Akku nötig, um die LED mit 10mA zu betreiben. Rechnet man mit diesen Annahmen weiter, werden bei 8 Stunden LED-Betrieb etwa 240mAh aus dem Akku entnommen. Und das ist nun genau die Sonnenenergie, die wir mit dieser Solarleuchte an einem schönen Sonnentag maximal sammeln können. Nicht gerade viel – und in einer regnerischen Herbstperiode ist es noch viel weniger! Trotzdem lassen wir uns nicht entmutigen und schauen einmal in die Solarleuchte hinein.

2. Die Solarleuchte intern

In unserem Fall läßt sich die Solarleuchte durch Drehen der unteren durchsichtigen Plastik-Schale öffnen. Die LED und ein Schalter werden sichtbar. Der Akku ist bereits eingebaut und die Leuchte sollte nach dem Einschalten (in dunkler Umgebung!) leuchten. An die Innereien kommt man erst durch Lösen der drei Schrauben und Abnehmen der Bodenplatte heran.

Das Konzept dieser Solarleuchten ist recht simpel und besteht aus zwei Funktionsblöcken.

Der erste Funktionsblock ist die Akku-Ladeschaltung. Oben befindet sich das hermetisch verkapselte Solar-Panel (durchsichtig mit Kunstharz vergossen). Die Zellenzahl ist so ausgelegt, dass die erzeugte Solar-Spannung ausreicht, einen Akku mit 1,2V Nennspannung über eine Diode zu laden. Die Diode ist nötig, um bei Dunkelheit eine Enladung des Akkus über die Solarzelle zu verhindern.

Der zweite Funktionsblock ist die Schaltung, die bei Dunkelheit aus der Akkuspannung von 1,2V Impulse mit höherer Spannung erzeugt, um die weiße LED zum Leuchten bringen.



Bild 4 durchsichtige Schale abgenommen

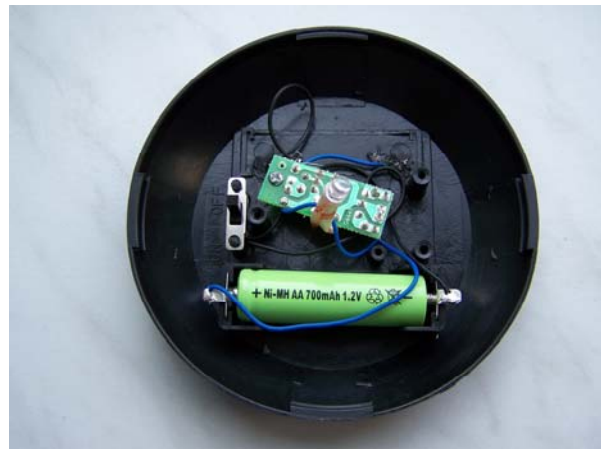


Bild 5 schwarzer Deckel entfernt

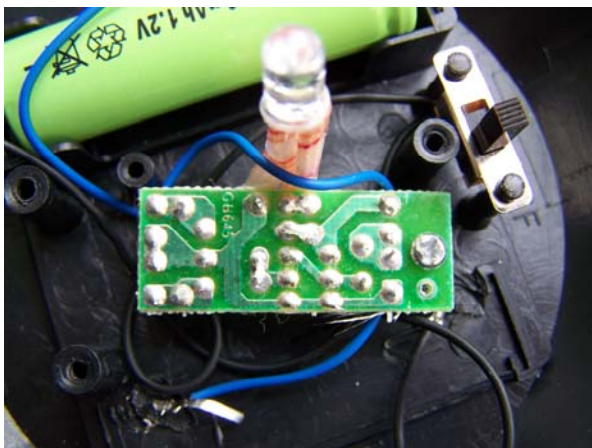


Bild 6 Akku, Leiterplatte und LED

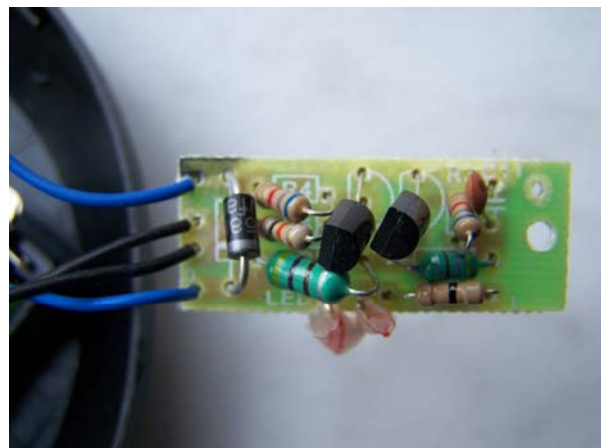


Bild 7 Leiterplatte – Bauelementeseite

Für uns wichtig ist lediglich der erste Teil, der aus Solarpanel, Diode und Akku besteht. Das wassergeschützte Gehäuse ist ebenfalls brauchbar. Den zweiten Teil der Schaltung brauchen wir nicht, da wir statt der LED einen BASIC-Tiger® betreiben wollen.

Wer sein Solargerät mit Tiger also in dieses Gehäuse integrieren will, sollte eine Leiterplatte entwerfen, die in diese Gehäusekonstruktion hineinpasst. Der Autor hat eine Universalplatte kreisförmig ausgesägt und mit Befestigungslöchern versehen, die mit den 3 Sockelbuchsen der Gehäuse-Oberschale korrespondieren. Damit passen alle Controller der Tiger-Familie problemlos in das Gehäuse hinein.

3. Stromversorgung der Tiger-Schaltung

Bisher haben wir lediglich über die Ladung des Akkus mit Solarstrom nachgedacht, nun müssen wir ein Konzept entwickeln, wie aus dem 1,2V – Akku bei Bedarf eine stabile Spannung von 5V und ein Strom von etwa 100mA mit hohem Wirkungsgrad erzeugt werden können. Starten soll das Gerät durch den Druck einer Taste gegen Masse, die bei Bedarf auch ein Fensterkontakt, ein Näherungsschalter oder sonst ein externes Gerät sein kann. Wichtig ist auch, das sich das System nach Ablauf der kurzen Programmsequenz selbst abschaltet und danach möglichst keine Energie mehr verbraucht.

Das Herzstück der Schaltung ist wieder der bewährte MAX1797, den wir bereits aus dem Bericht 081 kennen. Dort haben wir auch eine universelle Platine vorgestellt, mit der allein über Komponentenauswahl und externe Beschaltungen ein großer Bereich von Anwendungen zur Batterie-Stromversorgung abgedeckt werden kann. Auch die Versorgung eines BASIC-Tigers[®] aus nur einer Zelle (NiCd oder besser NiMH) ist damit möglich. Allerdings gibt es nun keine Möglichkeit mehr, die beiden Zustände „Ein“ und „Aus“ mit elektronischen Mitteln (Flip-Flop) stabil zu halten. Deshalb schalten wir hier die Stromversorgung allein über den Shut-Down-Eingang ein und aus, der einmal über die Taste „start“ und zum anderen über den Kontakt eines DIL-Relais betätigt werden kann. Da der MAX1797 nur aktiv arbeitet, wenn SHDN Low ist, startet ein Druck auf die Taste „start“ den Step-Up-Wandler. Der erzeugt nun, da FB auf GND liegt, eine stabile Spannung von 5 V und versorgt damit den Tiger. Im Programm muss nun als erstes L84 auf High gehen und das Relais einschalten. Jetzt wird SHDN über den Relaiskontakt auf Low gehalten und der MAX1797 arbeitet weiter. Ebenso der Tiger – solange das Programm läuft, lassen wir L84 auf High. Am Ende des Programms wird L84 auf Low geschaltet, das Relais fällt ab und die Spannungsversorgung wird abgeschaltet – und zwar radikal, es fließen nur noch wenige μA . Beachten Sie, dass wegen der Umsetzung von 1,2V auf 5V im Betrieb etwa der fünffache Strom, der für die BASIC-Tiger[®] gebraucht wird, aus der Batterie entnommen wird.

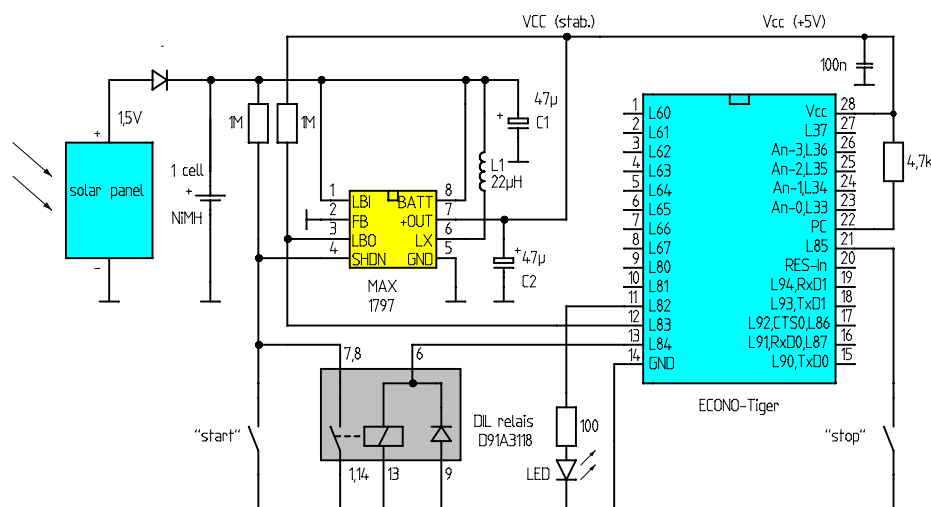


Bild 8 Die Gesamtschaltung der Solar-Stromversorgung

Es gibt noch ein Detail, das erwähnenswert ist. Wie wir aus Bericht Nr. 081 wissen, gibt es 2 Anschlüsse, die das Verhalten des MAX 1797 bei entladenerm Akku steuern können, nämlich LBI und LBO. Der Eingang LBI kann hier direkt an den Pluspol des Akkus gelegt werden. Solange die Spannung an LBI größer als ca. 1V ist, liegt der Ausgang LBO auf Low (Open Drain). Wird die Spannung an LBI kleiner als 1V (Akku schon fast leer), wird LBO hochohmig und geht wegen des an VCC gelegten Widerstandes auf High. Da das System Komperatorverhalten hat, gibt es eine klare Schaltflanke an LBO. Dieses Signal wird auf L83 des Tigers ausgewertet und kann nun benutzt werden, bei fast leerem Akku schnell noch Speichervorgänge oder Datenübertragungen abzuschließen, danach das Programm zu beenden und den MAX 1797 sowie den Tiger schnellstmöglich auszuschalten.

Allerdings ist zu beachten, dass der MAX1997 bei 0,85V Batteriespannung laut Datenblatt nur noch etwa 60mA Strom liefern kann. Deshalb ist insbesondere für Anwendungen mit höherem Strombedarf zu empfehlen, statt der direkten Verbindung von LBI an den Pluspol der Batterie einen hochohmigen Spannungsteiler zwischen Batterie + und GND zu legen. Diesen sollte man dann so einstellen, dass an der Mittelanzapfung, die an LBI gelegt wird, 0,85V anliegen, wenn die Batteriespannung z.B. 1,1V beträgt. Damit arbeitet der Wandler noch in einem günstigen Bereich und liefert bis zum Ende volle Spannung und Strom.

Noch ein Wort zum Relais. Es handelt sich bei dem D91A3118 von Celduc um eine DIL-Variante, die mit weniger als 5V auskommt und praktisch nur eine TTL-Last darstellt. Damit kann das Relais direkt an einem Tiger-Ausgang betrieben werden. Eine Schutzdiode ist bereits integriert. Das Datenblatt findet man unter:

http://www.celduc-relais.com/all/pdfcelduc/D91A_1_0D.pdf

Sie können natürlich auch andere Relais verwenden, wenn Sie ähnliche Eigenschaften aufweisen. Vergessen Sie aber nie die Schutzdiode, da Sie sonst den Tiger gefährden. Übrigens hat der Autor anstelle des Relais auch elektronische Lösungen versucht, die aber leider alle verworfen werden mussten. Das Abschaltverhalten des Tigers ist recht undefiniert, so dass z.B. Transistorschaltungen dazu neigten, die Stromversorgung sofort wieder einzuschalten, da kurzzeitig doch noch ein High-Signal am Ausgang L84 kam. Damit startete der Tiger neu und das ganze Spiel setzte sich endlos fort. Das Relais benötigt einen „echten“ Strom zum Wiedereinschalten, den der Ausgang beim Herunterfahren des Controllers dann nicht mehr liefern kann.

4. Praktischer Nutzen

Sie erkennen schon an der Schaltung (Bild 8), dass der Tiger hier nichts konkretes macht. Betrachten Sie diesen Applikationsbericht als Anregung für eigene Ideen. Zumindest zwei Teilaspekte könnten für eigene Projekte nützlich sein:

Die Anwendung der sehr preiswerten, aber eigentlich nutzlosen Solarleuchten für wirklich nützliche Zwecke. Sowohl das Solarpanel als auch das Gehäusekonzept könnten für viele andere Anwendungen genutzt werden.

Der Betrieb einer komplexen 5V-Schaltung mit BASIC-Tiger® über eine einzige Akku-Zelle mit programmgesteuerter Abschalt-Automatik bzw. definiertes Herunterfahren bei niedriger Batteriespannung sind ebenfalls interessante Möglichkeiten für den Entwickler.

Für einen kurzen Einstieg gibt es ein kleines Programm SOLAR01.TIG. Das Programm demonstriert, wie nach dem Drücken der „Start“-Taste das Relais und damit die Stromversorgung aktiviert wird. Es muss solange gedrückt werden, bis das Programm das Relais geschaltet hat und die LED an L82 hell leuchtet. Danach blinkt die Betriebs-LED am Ausgang L82.

Für echte Anwendungen im Kurzzeitmodus ist es natürlich sinnvoll, das Programm zu beenden, wenn die Aufgabe erfüllt ist, d.h. ein Sprung zum Programm-Ende (Label „ABSCHALTEN“) kann jederzeit irgendwo im Programm eingebaut werden. In der Anwendung mit SOLAR01.TIG haben wir dies über eine zweite Taste „stop“ (L85) simuliert, nach Betätigung wird das Programm beendet.

An L83 wird zusätzlich der Zustand der Batterie-Kontrolle LBO überwacht. Erst wenn die Batteriespannung unter ca. 1V absinkt, wird LBO High und danach das Programm definiert beendet sowie die gesamte Stromversorgung des Gerätes ausgeschaltet.

In einer echten Anwendung könnten mit dieser Technik z.B. Stromnetz-unabhängige Anwendungen realisiert werden. Beispiele wären:

- Zeitgesteuerte oder ereignisabhängige Messaufzeichnungen in Flash oder Speicherkarte
- Alarmanlagen mit Auslösung bestimmter Aktivitäten (Telefonanruf, Aktivieren von Kameras usw.)