

Im Applikator werden interessante, meist neue Bauteile und ihre Anwendungen vorgestellt. Die Erhältlichkeit ist nicht garantiert. Der Inhalt basiert auf Herstellerangaben und ist nicht vom Elektor-Labor auf Praxistauglichkeit überprüft!

HV9901

Der ultimative ReLED-Treiber

Von Dipl.-Ing. Eberhard Haug

LED steht schon seit Jahrzehnten für Light Emitting Diode, aber mit den weißen, ultrahellen LEDs haben sie erst jetzt den Siegeszug in Sachen Licht und Beleuchtung angetreten. Dementsprechend groß ist die Nachfrage nach geeigneten Treibern. Mit dem HV9901 werden hier einfache und nachbausichere Vorschläge für einen Hochstrom-LED-Treiber mit extrem weitem Versorgungsspannungsbereich von 12 V bis 230 V gemacht.

Manchmal ist es schon sonderbar: Ein Halbleiterhersteller bringt ein Spezialbauteil auf den Markt, das neben dem ursprünglich vorgesehenen Einsatz plötzlich auch in ganz anderen, vom Hersteller nicht vorgesehenen Applikationen auftaucht. So könnte es dem HV9901 von Supertex auch ergehen, denn eigentlich wurde dieser Baustein als Mehrbereichs-Relaiscontroller entwickelt.

Was aber haben Relais und LEDs gemeinsam, so dass man für sie denselben Baustein verwenden kann? Beide benötigen für den Einsatz an unterschiedlichen Versorgungsspannungen einen möglichst konstanten Strom. Genau mit diesem Hintergedanken wurde der HV9901 entwickelt, mit dem man elektromechanische Relais über einen extrem weiten Versorgungsspannungsbereich von 10...450 V (DC) betreiben kann, ohne dabei irgend welche Komponenten in der Schaltung zu ändern. Zusammen mit einem Brückengleichrichter lassen sich damit dann so genannte Mehrbereichs-Relais realisieren. Der Elektroinstallateur kann so eine einzige Ausführung nahezu an jede Spannung anschließen, ohne dass er sich Gedanken um die richtige Spannungsversion machen muss. Das spart natürlich Lagerkosten und reduziert wegen größerer Stückzahlen den Preis.

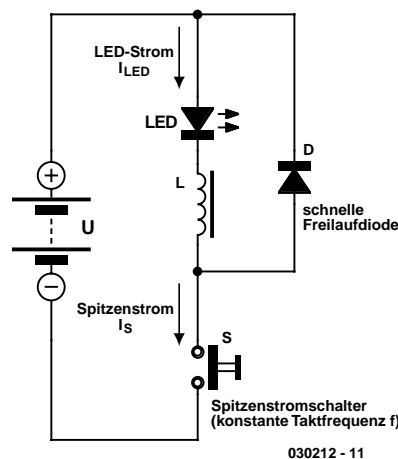


Bild 1. Prinzip der getakteten Stromquelle.

Und was hat das mit einem LED-Treiber zu tun? LED-basierende Leuchten könnten mit einem solchen Treiber ebenso an sehr unterschiedlich hohen Spannungen betrieben werden. Man denke nur an LED-Lampen, die man wahlweise an 12 V= oder 230 V~ oder jeder Span-

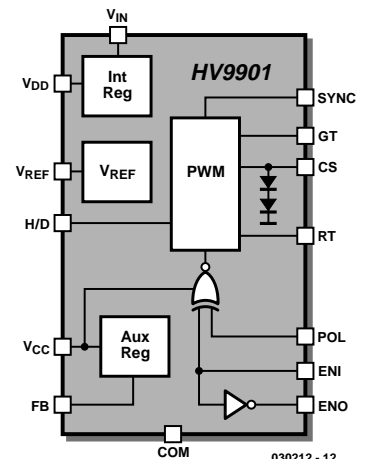


Bild 2. Innenschaltung des HV9901.

nung dazwischen betreiben könnte, ohne in die Schaltung eingreifen zu müssen! Technisch wäre das kein Problem, wenn wir es mit herkömmlichen Low-Current-LEDs (2 mA) zu tun hätten. Bei aktuellen LED-Leuchten sind es aber schon ein paar hundert

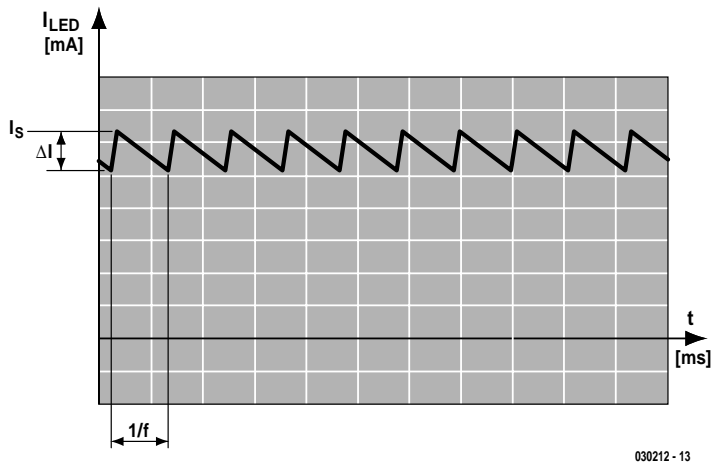


Bild 3. Zur Stromwelligkeit

Milli- bis zu einem Ampere, künftig vielleicht noch mehr. Bei diesen hohen Strömen ist ein geeigneter Treiber auch bei eher konstanten niedrigen Spannungen gefragt, wenn er nur einen möglichst großen Wirkungsgrad aufweist und sich so wenig wie möglich selbst erwärmt.

Getaktete Stromquelle

Die Lösung stellt eine getaktete Stromquelle dar. Wohlgermerkt eine Strom- und nicht eine Spannungsquelle, denn sowohl LEDs als auch Relais „leben“ mehr vom Strom als

von einer Spannung!

Bild 1 zeigt das Prinzip einer getakteten Stromquelle. Man legt die Versorgungsspannung über eine (Relais-) Spule an. Dort baut sich der gewünschte Strom je nach Größe der angelegten Spannung und Induktivität der Spule mehr oder weniger schnell auf. Man muss jetzt nur rechtzeitig wieder abschalten, bevor der Strom zu groß wird!

Falls man dem Spulenstrom erlaubt, nach dem Abschalten weiterzufließen (zum Beispiel durch eine Freilaufdiode D), geschieht auch kein größeres Unglück. Aber der Strom baut sich

aufgrund von Verlusten und der in Serie zur Spule angeschlossenen LED nahezu linear wieder ab. Jedoch muss man danach rechtzeitig die Spannung wieder anlegen, damit der Strom wieder ansteigt. Geschieht das abwechselnde Ein- und Ausschalten schnell genug hintereinander, kann man die Stromwelligkeit in der LED fast beliebig klein machen. Und genau für dieses Umschalten ist der Konstantstrom-Controller HV9901 zuständig, dessen Blockschaltbild in **Bild 2** zu sehen ist.

Bei geeigneter Dimensionierung der Spule, der Taktfrequenz f und des gewünschten LED-Spitzenstroms I_s kann man die Stromwelligkeit ΔI (**Bild 3**) hinreichend klein machen. Diese Tatsache sollte man nicht unterschätzen, denn gerade bei Hochstrom-LEDs liegt der maximal zulässige Spitzenstrom nur knapp über dem maximal zulässigen Gleichstrom (und der Mittelwert des Spitzenstroms wiederum niedriger). Jede Überschreitung dieser Werte wird mit kürzerer Lebensdauer beziehungsweise rasch abnehmender Helligkeit oder gar einer Veränderung der Farbe quittiert.

ReLED-Treiber

Da die hier vorgestellte Schaltung gleichermaßen Relais (und Magnetventile, Hubmagnete und Ähnliches) und alle Arten von LEDs treiben kann, ist die Bezeichnung ReLED-Treiber durchaus angemessen. Eine „echte“ Stromregelung ist nicht realisiert, sondern lediglich eine Stromsteuerung über den Spitzenstrom der Spule, die neben der

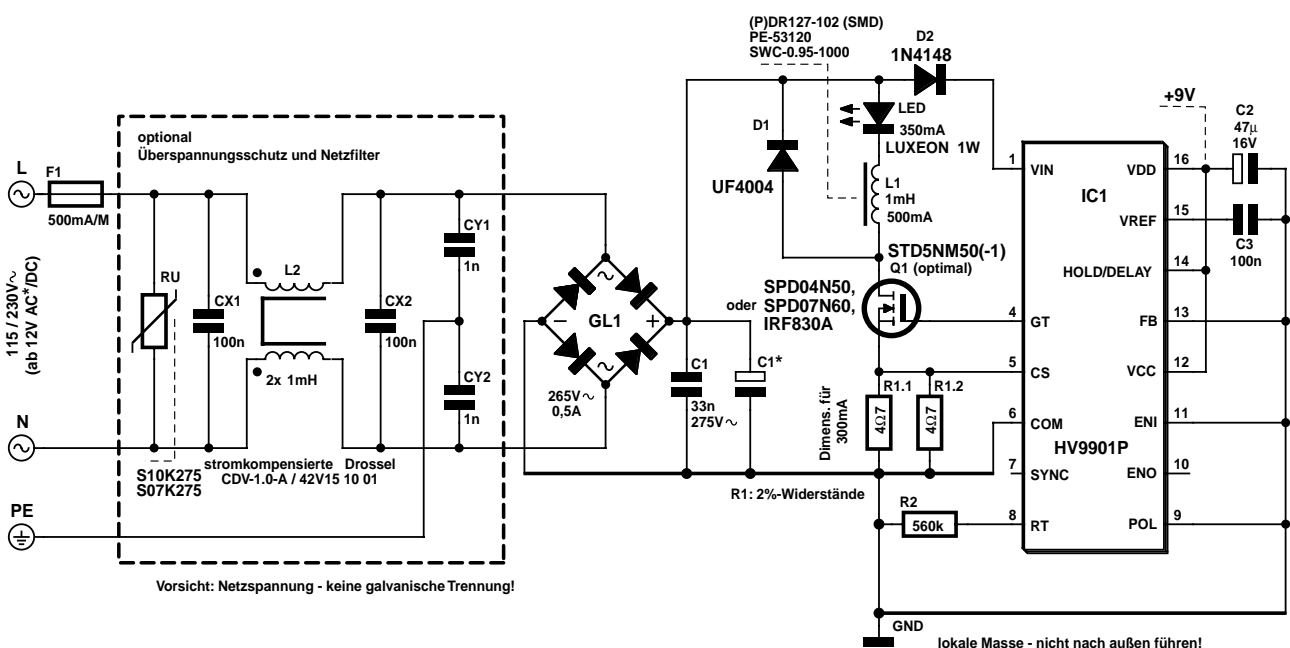


Bild 4. Schaltung des ReLED-Treibers mit vorgeschaltetem Netzfilter.

sehr einfachen Dimensionierung und Realisierung auch ausgesprochen robust und betriebssicher ist.

Der ReLED-Treiber mit dem HV9901 deckt - vorausgesetzt man verwendet entsprechend spannungsfeste MOSFETs und Dioden - einen Spannungsbereich von 10...450V ab und zwar nicht nur bei „reiner“, sondern auch bei pulsierender Gleichspannung (ungesiebte 50Hz-Halb-schwingungen). Das erlaubt selbst bei großen Strömen eine sehr einfache und universelle Schaltung ganz ohne große und teure Elkos.

Bild 4 zeigt nun einen Schaltungsvorschlag für „kleinere“ LED-Ströme von etwa 300 mA, was einer einzelnen blauen oder weißen 1-W-Luxeon-LED entspricht. Der Vollständigkeit halber wurde auch gleich ein Überspannungsschutz und ein Netzfilter mit dargestellt, wie dies bei jedem getakteten Netzteil grundsätzlich nötig ist, um die gesetzlichen EMC-Vorschriften zu erfüllen. Wenn der Stromfühlerwiderstand R1 entsprechend dimensioniert ist, sind auch andere LED-Ströme mit dieser Schaltung möglich. Der Stromfühlerwiderstand sollte möglichst induktionsarm sein. Die Parallelschaltung einzelner gleicher Widerstände trägt dazu bei. Durch eine kleine Modifikation der Schaltung lassen sich bei größeren LED-Strömen gegebenenfalls die Verluste am Stromfühlerwiderstand reduzieren.

Wichtig für geringe LED-Stromwelligkeit ist die richtige Dimensionierung der Spuleninduktivität und der PWM-Frequenz des HV9901, denn dieser soll beim ReLED-Treiber im kontinuierlichen Betrieb arbeiten, was bei DC/DC-Wandlern sonst nicht unbedingt der Fall ist.

Die Induktivität wird so groß gewählt, dass der LED-Strom bis zum nächsten Takt nur um den Betrag der zulässigen Stromwelligkeit abfällt. Der MOSFET nimmt diesen Reststrom auf, der dann wieder bis zum gewünschten Spitzenstrom ansteigt (Bild 3).

Im Unterschied zu linearen Stromquellen hat beim ReLED-Treiber die Höhe der Versorgungsspannung weniger Einfluss auf die Verlustleistung des Treibers (und damit dem Wirkungsgrad). Bei Serienschaltung von einzelnen LEDs muss nur eine ausreichend hohe Versorgungsspannung zur Verfügung stehen, da wir es mit einem Stepdown-Wandler zu tun haben. Die minimale Versorgungsspannung beträgt für eine LED 12 V Gleich- und Wechselspannung. Allerdings sind bei niedrigen Wechselspannungen unter etwa 30 V die Nulldurchgangslücken relativ groß. Damit die LED mangels Stromfluss nicht flackert, sollte man dann doch einen 220-µF-Sieb-Elko C1* mit geeigneter Spannungsfestigkeit einsetzen. Bei Gleichspannung tritt dieser Effekt natürlich nicht auf.

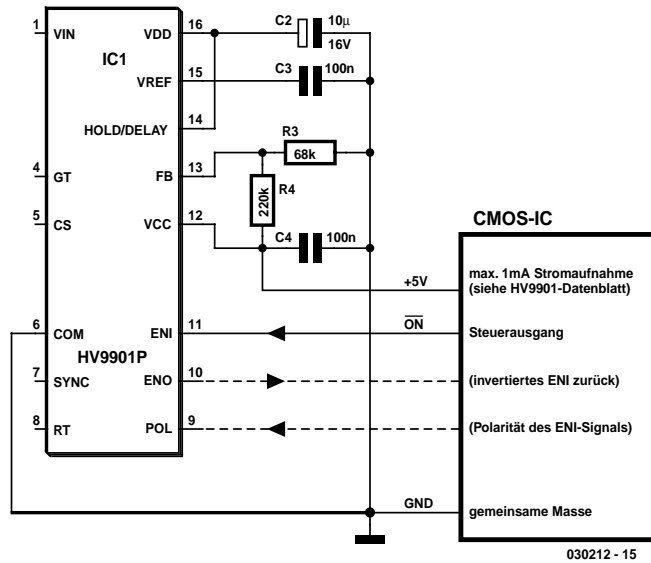


Bild 5. Versorgung von CMOS-Logikschaltungen über den HV9901.

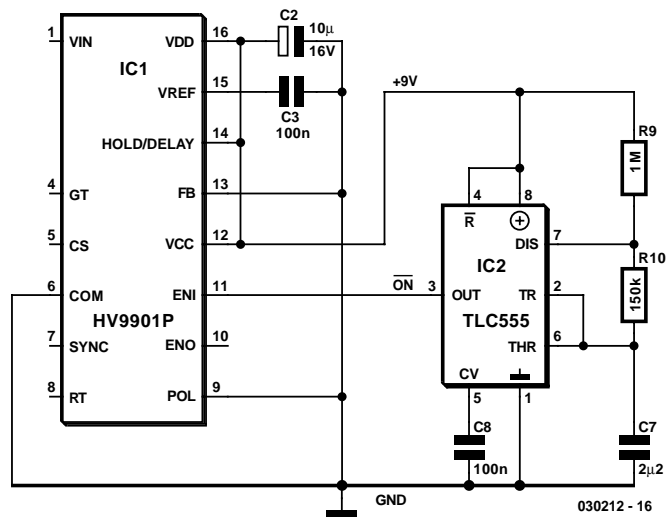


Bild 6. Blinkschaltung mit verbundenem VDD- und VCC-Anschluss.

Den ReLED-Treiber lässt der Ausfall einer LED übrigens kalt, denn er ist als getaktete Stromquelle sowohl leerlauf- als auch kurzschlussfest - bezogen auf den LED-Anschluss, nicht gegenüber Masse! Als Freilaufdiode sollte man unbedingt (wenn man den MOSFET nicht riskieren möchte) eine schnelle Ausführung verwenden, die für 50 kHz Schaltfrequenz geeignet ist.

Wahl der Bauteile

Was bei MOSFET-Schaltungen oft nicht berücksichtigt wird, ist die Tat-

sache, dass sich auch ein MOSFET nicht verlustlos ansteuern lässt. Der HV9901 muss in der Lage sein, die Gate-Kapazität des MOSFETs ausreichend schnell umzuladen, was natürlich umso mehr Schaltverluste nach sich zieht, je höher die Frequenz ist. Dies kann sich vor allem bei höheren Versorgungsspannungen unangenehm bemerkbar machen.

Der HV9901 kann mühelos MOSFETs mit 500 pF Gate-Kapazität und notfalls noch mit 1 nF ansteuern. Bei der Auswahl des MOSFETs sollte man sich folglich nicht von möglichst

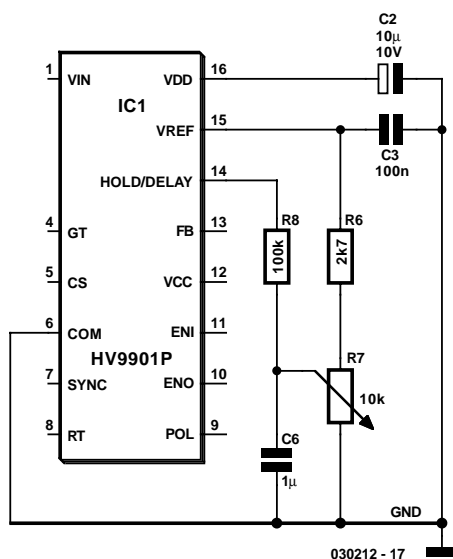


Bild 7. Easy Dimming!

niedrigem $R_{DS(ON)}$ verleiten lassen, denn ein geringeres $R_{DS(ON)}$ zieht normalerweise eine größere Eingangskapazität mit sich. Deshalb ist es nicht überraschend, dass mancher MOSFET mit weniger geringem $R_{DS(ON)}$ insgesamt besser abschneidet als ein solcher mit sehr kleinem Durchgangswiderstand. Die vorgeschlagenen MOSFETs können bei 50 kHz PWM-Frequenz und 300 mA LED-Strom selbst an Netzspannung ohne Kühlkörper betrieben werden. Auch der Auswahl der Spule kommt große Bedeutung zu. Sie darf über den gesamten Temperaturbereich bei dem eingestellten Spitzenstrom keinesfalls in Sättigung geraten! Bei einer Kontrolle mit dem Oszilloskop muss die Spannung über dem Stromfühlerwiderstand einigermassen linear ansteigen.

Mehr Möglichkeiten

Neben dem reinen Treiben des LED-Stromes kann der ReLED-Treiber einiges mehr. So kann man ihn mit einem Logik-Signal am Pin ENI ein- und ausschalten (eventuell durch einen Optokoppler galvanisch getrennt). Man kann mit dem Polaritäts-Pin POL festlegen, ob das Signal ENI aktiv High oder aktiv Low sein soll. Der HV9901 kann aus der hohen Versorgungsspannung an VIN eine einstellbare niedrige Spannung am Pin VCC im Bereich 2...5,5 V erzeugen, mit der er angeschlossene

CMOS-ICs bis maximal 1 mA versorgen kann. Mit ein paar CMOS-Gattern oder einem CMOS-Timer-555 oder gar einem Mikrocontroller mit weniger als 1 mA Stromaufnahme könnte man eine Blink-, Blitz- oder Zeitschaltung realisieren (**Bild 5**).

Falls die etwas höhere Vorregler-Spannung von etwa 9 V an VDD genügt, kann man sich die beiden Widerstände zur VCC-Erzeugung sparen und VCC mit VDD verbinden (**Bild 6**). Der Logik-Pegel an den Pins ENI und POL entspricht dann auch dieser Spannung. In dieser Schaltung werden im Zweisekundenabstand etwa mit einem TLC555 kurze LED-Blitze erzeugt, wobei mit POL die Bedeutung des Timer-Ausganges umgekehrt wird. In ähnlicher Weise könnte man auch Einschalt- und Ausschaltverzögerungen realisieren, Helligkeitssensoren, PIR-Bewegungsmelder und vieles andere mehr anschließen, die vom HV9901 gespeist werden.

Der HV9901 bietet speziell für Relais eine automatische Reduktion des Relaisstromes kurz nach dem Anziehen, so dass die Verluste im Relais durch den geringeren Haltestrom reduziert werden. Diese Funktion kann man am Pin H/D zum einfachen Dimmen der LED verwenden (**Bild 7**).

Am Rande sei noch erwähnt, dass man mit dem HV9901 durchaus auch einen Stepup-Wandler realisieren kann, indem man die LED in Serie

zur Freilaufdiode legt (zum Beispiel für 12-V-LED-Cluster, die an 12 V betrieben werden sollen), allerdings dann mit einer höheren Stromwelligkeit, da der Wandler im Stepup-Betrieb den Strom zwangsweise in der LED-Leuchtpause aufbaut.

Erster Einsatz

Bevor man den HV9901 gleich mit teuer erstandenen Luxeon-LEDs in Betrieb nimmt, sollte man sich einen praktischen Tipp zu Herzen nehmen und bei den ersten Versuchen statt der LEDs eine Leistungs-Z-Diode mit entsprechender Z-Spannung anschließen. Diese hat eine recht ähnliche Kennlinie wie eine LED, nimmt aber einen zu hohen Strom nicht gleich übel. Zur Funktionskontrolle lässt sich dann immer noch parallel zum LED-Dummy eine normale rote 10-mA-LED mit einem Vorwiderstand von 180 Ω schalten.

Alle Experimente sollten zunächst an einer Kleinspannung (12 V) durchgeführt werden, bevor man sich an die Netzspannung wagt - entsprechende Vorsichtsmaßnahmen vorausgesetzt! Ein Trenn-Regeltrafo hat sich für Untersuchungen an getakteten Schaltungen nicht bewährt, ein Netztrafo mit entsprechenden Sekundär-Anzapfungen ist vorzuziehen. Falls das Netzfilter nicht verwendet wird, sind unbedingt kurze Zuleitungen nötig.

Bestimmt muss man nicht extra erwähnen, dass Experimente mit dem ReLED-Treiber bei Netzspannung lebensgefährlich sind! Durch den Wegfall der "dicken" Elkos ist der ReLED-Treiber nach dem Abschalten allerdings sehr schnell hochspannungsfrei - ein weiterer Vorteil der Schaltung.

(030212)rg

Vertrieb durch Scantec (Germering bei München) mit moderiertem Forum auch zu Supertex-Produkten unter www.scantec.de.

Die themenbezogene Site www.LED-Treiber.de ist zur Zeit (November 2003) bei Scantec im Aufbau.

Kleinststückzahlen sind über Geist Electronic-Versand (www.geist-electronic.de) erhältlich.

Download des HV9901-Datenblatts www.supertex.com/pdf/datasheets/HV9901.pdf