

# ELEKTRONIK PRAXIS



**10** B19126

16. Mai 2007  
€ 9,20

**VOGEL**

Seite 39 Titelstory: Monolithische Beleuchtungsregler

## Hochvolt-Chips für T5-H0-Lampen



Isolierte DC/DC-Wandler

Seite 48 **Auswahlkriterien für den Übertrager**

Drehgeberbaukasten

Seite 70 **Die Applikation bestimmt das Wirkprinzip**

Industrietaugliche Relais

Seite 80 **Sockel mit Push-in-Anschlussstechnik**

Neue IEC-Norm

Seite 84 **Wasserkühlung in Elektronikschränken**

Leiterplattendesign

Seite 98 **HDI-Leiterplatten fertigungsgerecht layouten**





Monolithische Beleuchtungsregler

# Hochvolt-Chips für T5-HO-Lampen



Techniken zur Lichtregelung unterliegen raschen Veränderungen, getrieben durch Forderungen nach höherem Wirkungsgrad und größerer Zuverlässigkeit. Der Beitrag zeigt, wie jüngste HVIC-Leistungshalbleiter beim Entwickeln moderner Beleuchtung helfen können, die Implementierung elektronischer Vorschaltgeräte für Leuchtstofflampen zu vereinfachen.

Zan Huang\*

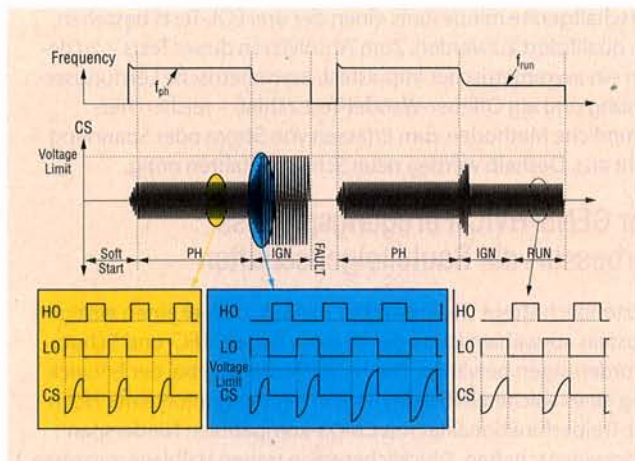
ICs für elektronische Vorschaltgeräte sind zu einem Schlüsselement bei der Entwicklung von Beleuchtungen mit Leuchtrohren geworden, nachdem die Hersteller unablässig bemüht sind, die Schaltungen zu vereinfachen, die Entwicklungszeit zu verkürzen, den Wirkungsgrad zu verbessern sowie die Gesamtkosten auf einem Minimum zu halten. Das Resultat ist, dass die Vielfalt der, dem Beleuchtungsdesigner zur Verfügung stehenden ICs mittlerweile von einfachen selbstschwingenden Halbbrückentreibern zu hoch integrierten Bausteinen mit einer geringen Zahl von Pins und umfangreichen Regeleigenschaften reicht, wie beispielsweise die Soft-Start-Funktionalität und Frequenzregelung für den Preheat-, Zünd- und Arbeitsbetrieb. Ständig weitergehende Fortschritte in der Halbleitertechnologie brachten darüber hinaus eine wachsende Zahl integrierter Schutzeigenschaften heraus, zu denen sowohl der Schutz gegen Unterschreiten der Resonanzfrequenz (Below Resonance Protection) als auch der Übertemperaturschutz zählen.

## Neue Lampentypen verändern das Schaltungsdesign

Bislang jedoch benötigten qualifizierfähige Vorschaltgeräte (solche mit Nennleistungen von mehr als 25 W in Europa und 40 W in den USA) immer noch eine separate Leistungsfaktorkorrektur-(PFC-)Stufe mit der damit verbundenen höheren Anzahl von Bauelementen und der höheren Komplexität sowie höheren

\*Zan Huang ist Entwickler bei International Rectifier, El Segundo/Kalifornien.

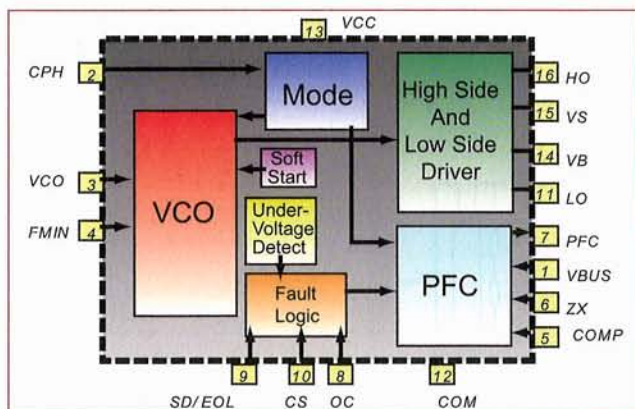




■ Bild 1: Typische Wellenform einer Ansteuersequenz

Kosten. Gleichzeitig finden T5-HO-(High-Output-)Lampen, dank ihres schlankeren Formfaktors und höheren Wirkungsgrads, immer öfter Anwendung. Allerdings bringen diese Lampentypen neue Herausforderungen mit sich, die eine weitere Erhöhung der Bauelementzahl und der externen Schaltungen erforderlich machen. Die beiden wesentlichsten Probleme für Ingenieure, die T5-HO-Lampenapplikationen entwickeln, hängen mit der Zündspannung und dem End-of-Life-(EOL-)Schutz zusammen. Die Zündspannung derartiger Lampen nimmt beträchtlich zu, je niedriger die Gastemperatur ist. Um deshalb sicherzustellen, dass die Lampe über einen weiten Temperaturbereich hinweg zündet, muss bei herkömmlichen Methoden zur Ansteuerung der Vorschaltgeräte der Schwellenwert für die Überspannung hoch eingestellt werden. Ist der Wert jedoch zu hoch, dann kann der Überspannungsabschaltenschutz des Vorschaltgeräts beeinträchtigt werden.

Aus diesem Grund besteht der ideale Weg zur Ansteuerung von T5-HO-Lampen im Anlegen einer Konstantspannungszündvorrichtung. Während des Übergangs von Vorheiz- zu Arbeitsfrequenz wird die Ausgangsspannung erfasst und mit einem voreingestellten Schwellenwert verglichen. Sollte die Spannung die Schwelle übersteigen, erhöht eine Zündregelschaltung die Frequenz geringfügig, indem sie die VCO-Spannung heruntersetzt. Diese Rückkopplung Cycle-by-Cycle stellt die Frequenz bei jedem Zyklus ein und begrenzt deshalb die Amplitude der



■ Bild 2: Funktionsbausteine des IRS2168D, der im 16-Pin-Gehäuse programmierbare Eigenschaften wie Vorheizzeit, Vorheizfrequenz, Arbeitsfrequenz und Schaltflanke integriert

## AVR 8-bit und 32-bit New Technologies Seminare



### Seminar - Einladung

In unserem Tagesseminar informieren wir Sie über alle Produktneugigkeiten aus dem Bereich AVR® 8-bit, AVR mit USB und den neuen AVR32® 32-bit Flash-Produkten. Nutzen Sie die einmalige Chance durch Produktspezialisten von MSC und Atmel umfassende technische Einführungen in alle neuen AVR® Produkte zu erhalten.

#### Agenda

- AVR Neue Tiny und Mega Produkte
- AVR picoPower™ Technology
- AVR Neue Tools
- AVR USB Basics, USB Produkte und Tools
- Mittagessen
- AVR32 AP7 and UC3 Cores
- AVR32 UC3 Fast Flash MCUs mit 72Mips
- AVR32 Tools und Betriebssysteme
- AVR und AVR32 Demos

#### Seminarorte

- Düsseldorf, Di. 5.6.07
- Hannover, Mi. 6.6.07
- Berlin, Do. 7.6.07
- Nürnberg, Di. 12.6.07
- Stuttgart, Mi. 13.6.07
- Darmstadt, Do. 14.6.07

**Preis: € 99,- + MwSt.**

inkl. Seminarverpflegung, Handouts und AVR/AVR32 Toolrabatt.

Anmeldung unter:

[www.msc-ge.com/seminare](http://www.msc-ge.com/seminare)  
+49 4106 7764-23  
sjan@msc-ge.com



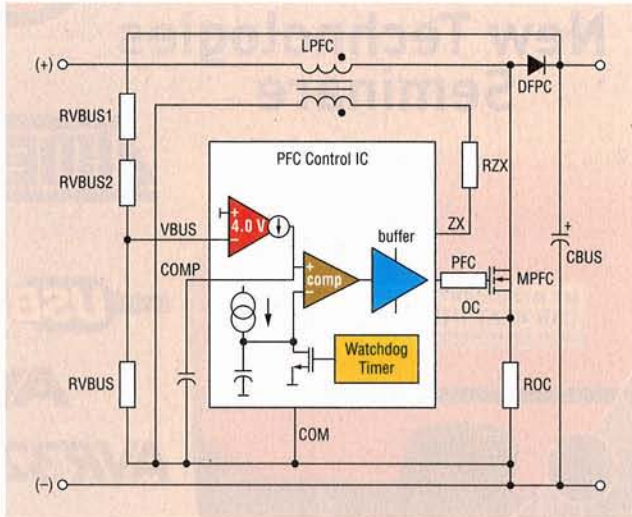
„Best Atmel  
Distributor by  
area 2005“



25 years  
competence  
in electronics

MSC Vertriebs GmbH  
Industriestraße 16 · 76297 Stutensee  
Tel. +49 7249 910 - 0 · Fax +49 7249 7993  
■ [www.msc-ge.com](http://www.msc-ge.com)





■ Bild 3: Regelungstopologie des integrierten PFC-Controllers, der lediglich fünf Pins benötigt, um die notwendige Funktionalität zu liefern

Ausgangsspannung für einen programmierbaren Zeitraum auf einen hohen und konstanten Pegel, bis entweder die Lampe gezündet wurde oder die Schaltung zum Schutz der Lampen bei Auftreten einer Überspannungs-/Überstrombedingung automatisch abgeschaltet wird.

## Ein End-of-Life-Schutz für T5-Lampen ist aufgrund der Bauform zwingend notwendig

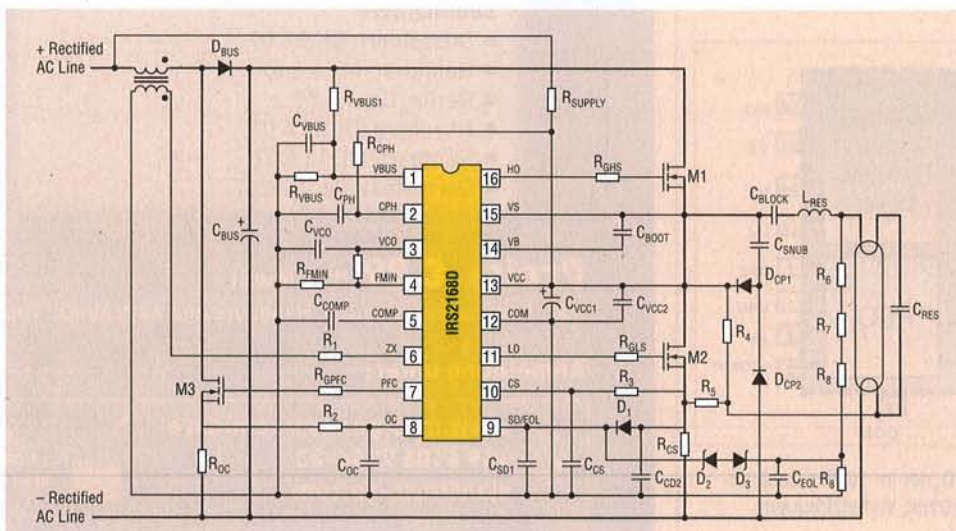
Bild 1 zeigt die typische Signalform dieser Ansteuersequenz, einschließlich Soft-Start, Vorheizung, Zündung, Schutz und Arbeitsbetrieb. Durch Einschalten eines Strommess-(CS-)Widerstands, der den Source-Pin des Low-Side-MOSFETs mit Masse verbindet, wird der Induktorstrom, der direkt die Ausgangsspannung wiedergibt, erfasst und durch das Vorschaltgerät geregelt. Ein End-of-Life-Schutz wird für T5-Lampen wegen ihrer schlanken Ausführung, aufgrund derer die Wendel näher am Glasröhrenäußeren liegen, zwingend notwendig. Daher muss unbedingt verhindert werden, dass die Kappen der Lampe zu heiß werden, wenn die Lampe ihr Ende der Lebensdauer erreicht. Entsprechend dem IEC-Standard 61347-2-3 müssen die T5- (und auch die T4-)

Vorschaltgeräte mindestens einen der drei EOL-Tests bestehen, um qualifiziert zu werden. Zum Absolvieren dieser Tests – zu denen ein asymmetrischer Impulstest, asymmetrische Leistungserfassung und ein Offener-Wendel-Test zählen – reichen herkömmliche Methoden zum Erfassen von Strom oder Spannung nicht aus. Deshalb werden neue Schutzverfahren nötig.

## Der GEN5-HVIC-Fertigungsprozess verbessert die Bauteileigenschaften

Letztendlich strebt der Entwickler danach, dass er einen einzigen Baustein auswählen kann, der all diese Regel-, PFC- und Schutzanforderungen bewältigt. Die Herausforderung bei der Entwicklung eines solchen Bausteins liegt in der Integration einer Hochvolt-Treiberfunktionalität mit CMOS-kompatiblen Niederspannungseigenschaften. Glücklicherweise tragen Halbleiterprozesse wie International Rectifiers neue GEN5-Hochvolt-IC-(HVIC-)Technologie dazu bei, diese hoch integrierten Bausteine herstellen zu können. Der GEN5-HVIC-Prozess ermöglicht bessere Bausteineigenschaften, engere Spezifikationen, Temperaturstabilität sowie die Integration neuer Eigenschaften. Eine Hochvolt-Level-Shifter- und Terminierungstechnik etwa ermöglicht potenzialfreie 600-V-Gate-Treiber sowie Bootstrap-Dioden mit überlegenen Überlastungsschutz. Mittlerweile ermöglicht der CMOS-kompatible Niederspannungsprozess die monolithische Integration von präzisen analogen Referenzen, Regel- und Rückkopplungsschaltungen sowie umfassenden Schutzfunktionen. Schließlich gewährleistet eine Abgleichtechnik auf Wafer-Ebene höchst genaue Design-Parameter, die von Temperatur und Prozessschwankungen unabhängig sind. Diese Trimm-Technik benötigt keine zusätzlichen Pins am Gehäuse und ist deshalb besonders attraktiv für kostengünstige Ballast-Control-IC-Anwendungen, bei denen die Zahl der I/O-Pins beschränkt ist.

Durch Einsatz ihrer GEN5-Technologie war International Rectifier in der Lage, einen voll integrierten und vollständig geschützten 600-V-IC für Vorschaltgeräte inklusive PFC-Feature zu entwickeln, der sich ideal für die Anforderungen einer T5-Lampe eignet. Bild 2 zeigt die Funktionsbausteine des neuen ICs IRS2168D, der in einem kompakten 16-Pin-Gehäuse erhältlich ist und zahlreiche programmierbare Eigenschaften hat, darunter Vorheizzeit, Vorheizfrequenz, Arbeitsfrequenz und Schaltflanke. Zusätzlich zu Basisschutzfunktionen wie einem geschlossenen Regelkreis für den Zündungsstrom, DC-Bus-Unterspannungs-Reset sowie einer



■ Bild 4: Design-Beispiel einer typischen Vorschaltgeräteapplikation für Leuchtstofflampen mit dem Baustein IRS2168D



## Der Mehrwert neuer HVIC für die Lichttechnik

Die Hochvolt-IC-Technologie (HVIC) mit PN-Isolation ermöglicht kostengünstige Regler für die Leistungselektronik, die ein breites Anwendungsspektrum abdecken. Das HVIC erlaubt die Platzierung der Schaltung innerhalb eines isolierten Bereichs, der 600 V gegenüber der Niederspannungsschaltung floaten kann. Dadurch lässt sich ein High-Side- und eine Low-Side-Treiber auf einem einzigen Chip zur Ansteuerung der meist verbreiteten Schaltwandlertopologien integrieren. Vorteile in der Anwendung: unter anderem bessere Steuerung von Lichtstärke und Energieverbrauch; andere Beleuchtungstechniken wie Halogenlampen oder superhelle LEDs (High-Bright-LEDs) bieten in Verbindung mit einem optimierten elektronischen Regler eine Verbesserung von Wirkungsgrad, Lichtausbeute, Zuverlässigkeit und Flexibilität.

automatischen Restartfunktion sind Schutzvorkehrungen gegen Halbbrücken-Überstrom, PFC-Überstrom, Nicht-zünden der Lampen sowie Heizfadenausfall integriert. Darüber hinaus zeichnet sich der IC durch eine integrierte Bootstrap-Diode ebenso aus wie durch eine feste interne Halbbrücken-Totzeit von 1,6 µs, einen spannungsgesteuerten Oszillator (VCO), einen End-of-Life-Komparator-Pin, einen Abschalt-Pin bei Entfernung der Lampe mit automatischem Neustart sowie eine interne 15,6-V-Klemmdioden auf Vcc.

Wie Bild 2 zeigt befindet sich im Kern des Ballast-Controllers ein VCO, dessen Ausgang verstärkt und potenzialverschoben wird, um die Halbbrücken-MOSFETs des Schwingkreises anzusteuern. Die VCO-Frequenz kann entsprechend den Anforderungen der Lampenansteuerung durchlaufen werden. Umfassende Schutzschaltungen sowie Schaltungen zur Frequenzregelung sind ebenfalls im Ballast-Controller enthalten. Der PFC-Controller besitzt einen eigenen VCO, der für den CCM-(Critical-Conduction-Mode)Verstär-

kungswandler geregelt wird. Eine Methode zur Regelung ergibt den besten Leistungsfaktor (PF) sowie einen minimalen Gesamtklirrfaktor (THD).

### Kontinuierlicher Vergleich von DC-Busspannung und Zielwert

Um einen hochgenauen Analog-IC zu entwickeln, wird eine abgegliche Bandgap-Spannungsreferenz angelegt. Diese Schaltung versorgt den VCO, die Schutzschaltungen sowie den PFC-Controller mit genauen Schwellenspannungen. Bild 3 zeigt die Regelungstopologie des integrierten PFC-Controllers, der nur fünf Pins benötigt, um die notwendige Funktionalität zu liefern. Im Gegensatz zum VCO des Ballast-Controllers besteht die entscheidende Betrachtung beim Design des PFC-Oszillators darin, mithilfe einer adaptiven Ein/Aus-Zeit für den PFC-Gate-Treiber einen minimalen Gesamtklirrfaktor sicherzustellen. Der IC vergleicht ununterbrochen die DC-Busspannung mit einem Zielwert, wobei die Differenz den Eingabewert für die Regelung der Einschaltzeit

des PFC-Oszillators ergibt. Die Regelschleife der Einschaltzeit arbeitet während des Vorheiz- und Zündbetriebs mit höherer Verstärkung zur raschen Verstärkung des DC-Buspegels, und im Arbeitsbetrieb mit geringerer Verstärkung und damit einer langsameren Regelgeschwindigkeit. Die Abschaltzeit des PFC-Oszillators wird durch die Zeit bestimmt, die der Induktorstrom benötigt, um auf null zu entladen. Der Nullstrompegel wird durch eine Sekundärwicklung über einen externen Strombegrenzungswiderstand erfasst. Der IC vergleicht den Spannungspegel mit den internen Spannungsreferenzen (durch die Bandgap-Spannung generiert) und legt damit den Beginn und das Ende der Abschaltzeit fest. Das Ergebnis ist ein System, bei dem der PFC-Oszillator konstant von einer hohen Frequenz der AC-Eingangsspannung nahe dem Nulldurchgang zu einer niedrigeren Frequenz auf deren Spitzenwert regelt. Bild 4 stellt dar, wie ein Entwickler rund um den IRS2168D eine typische Vorschaltgeräteapplikation für Leuchtstofflampen schaffen kann. Neben integrierte Eigenschaften zur Programmierbarkeit und maximalen Schutz bietet der IRS2168D einen Weitbereichseingang. Durch den Einsatz des ICs können Entwickler einen hohen Leistungsfaktor von 0,995 und einen niedrigen Gesamtklirrfaktor von unter 10% sowie eine DC-Busregelung innerhalb einer Toleranz von  $\pm 2,5\%$  erreichen. (ku)

International Rectifier  
Tel. +49(0)6102 884311

[www.elektronikpraxis.de](http://www.elektronikpraxis.de)

Leistungshalbleiter zur Entwicklung moderner Beleuchtungstechnik

InfoClick

203857

## Funkentstörung und elektromagnetische Verträglichkeit



### Produktion von:

- Entstördrosseln
- Entstörfiler
- Speicherdrosseln
- Metallpulverkernen
- Ringkernübertragern
- I/U-Wandler

### Unsere Dienstleistungen:

- EMV-Messung
- Beratung und Schulung
- Funkentstörung
- Freifeldmessung
- Oberwellenmessung
- Flickermessung

NKL GmbH  
Birkichstraße 15  
74549 Wolpertshausen  
Tel. (0 79 04) 97 81-0  
Fax (0 79 04) 97 81-50  
E-Mail: [info@nkl-emv.de](mailto:info@nkl-emv.de)  
[www.nkl-emv.de](http://www.nkl-emv.de)

Zertifiziert nach DIN ISO 9001 durch  
**IGAD InterCert**



**VOLTIS**

[www.induktive-Bauteile.de](http://www.induktive-Bauteile.de)

### Geschenkte Zeit

[www.lebenshilfe-shop.de](http://www.lebenshilfe-shop.de)

Oder Katalog anfordern:  
Tel.: (0 24 04) 98 66 26

**VOLTIS**

[www.induktive-Bauteile.de](http://www.induktive-Bauteile.de)



[ Fachwissen griffbereit ]



**VOGEL**

**Fachbücher und Lernprogramme**

[www.vogel-buchverlag.de](http://www.vogel-buchverlag.de)