Miniaturisiertes Vorschaltgerät für Sparlampen

Autor(en): **Walther, Peter**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin.ch : Fachzeitschrift und Verbandsinformationen von Electrosuisse, VSE = revue spécialisée et informations des associations Electrosuisse, AES**

Band (Jahr): **99 (2008)**

Heft 1

PDF erstellt am: **30.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-855809

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Miniaturisiertes Vorschaltgerät für Sparlampen

Vorschaltgerät für Kompaktfluoreszenzröhren in SMD-Technologie

Kompaktfluoreszenzröhren als Sparlampen werden im Zusammenhang mit der Klimaerwärmung in den nächsten Jahren gefragt sein. So will Australien Glühlampen generell verbieten und durch Sparlampen ersetzen. Dieselbe Idee wird in Deutschland diskutiert. Dabei wäre es ein Segen, wenn Sparlampen in Europa zu einem attraktiven Preis hergestellt werden könnten, denn heute werden diese noch zu einem grossen Teil in Handarbeit in China fabriziert. Die Elektronik des Vorschaltgeräts könnte indessen in SMD-Technologie automatisch gefertigt werden, in Form einer etwas vereinfachten Schaltung. Die kleinere Elektronik – der wesentliche Teil davon findet im E27-Sockel Platz – erlaubt zudem neue Lampendesigns.

Fluoreszenzröhren sind die zurzeit am weitesten verbreitete Lichtquelle mit einem hohen Wirkungsgrad. Anders als bei den Glühlampen, zu denen auch die Halogen-

Peter Walther

lampen gehören, erzeugt bei den Fluoreszenzröhren nicht ein glühender Lampenwendel das Licht, sondern eine ionisierte Gassäule bei niederem Druck. Ein elektrischer Strom erhält dabei die Ionisierung des Gases aufrecht. Der Strom wird durch zwei Elektroden an den Enden der Röhre zugeführt. Das in der Gassäule enthaltene Quecksilber emittiert UV-Licht, das durch eine am Innenrand des Glaskörpers aufgebrachte, fluoreszierende Schicht in sichtbares Licht umgewandelt wird.

Da das ionisierte Gas, also die brennende Leuchtstoffröhre, einen negativen Widerstand aufweist, muss ein Vorschaltgerät zwischen Speisung und Röhre den Strom begrenzen. Wird die Röhre bei höheren Frequenzen als den üblichen 50 bzw. 60 Hz betrieben, steigt der Wirkungsgrad erheblich an.

In der ersten Energiekrise in den 70er-Jahren wurden unter anderem kompakte Ausführungen der Fluoreszenzröhren (engl. CFL, Compact Fluorescent Lamps) entwickelt, die die Glühlampe ersetzen sollten. Erste Modelle waren klassisch aufgebaut und enthielten Standardkomponenten für den 50-Hz-Betrieb. Diese waren schwer, teuer und wenig beliebt. Zudem war die Lebensdauer nicht überzeugend, wenn auch von der Industrie gepriesen. Bild 1 zeigt eine solche Leuchte von Philips.

Elektronik muss kleiner werden

Bald ersetzten die Hersteller das Vorschaltgerät durch elektronische Ausführungen und betrieben die Röhre mit höherer Frequenz. Das hatte zwei Vorteile: Der Wirkungsgrad wurde wesentlich besser und das Vorschaltgerät kleiner und leichter. Allerdings hatte dies seinen Preis, da in jener Zeit die Hochspannungstransistoren selten und dementsprechend teuer waren.

In der Zwischenzeit hat sich das Bewusstsein bezüglich Energiesparlampen gewandelt: Sie sind weitgehend akzeptiert. Auch sind die Komponentenpreise stark gefallen. Da aber die Elektronik kompakt sein muss, damit sie in den Lampenkörper passt, sind viele der Bauteile stehend auf der Leiterplatte platziert, was in der Regel nur mit einer Produktion von Hand möglich ist.

Heute wird in praktisch allen CFL ein selbstschwingender Oszillator als Rechteckspannungsgenerator verwendet, bei dem ein Ringkerntransformator für die Rückkopplung und Steuerung der Schalttransistoren dient, der relativ viel Platz benötigt und kompliziert einzubauen ist. Daher werden die meisten CFL, wie viele andere Produkte, die Handarbeit benötigen, in China gefertigt. Bild 2 zeigt die grossen Abmessungen eines modernen elektronischen Vorschaltgeräts.

Ziel der nächsten Generation von Kompaktleuchtstoffröhren ist demnach, die Elektronik nochmals zu verkleinern und sie so zu gestalten, dass sie automatisch bestückt werden kann – ohne Handarbeit. Denn die laufende Diskussion um CO_2 und Klimaerwärmung führt höchstwahrscheinlich zu einer grösseren Nachfrage der Sparlampen. Wenn diese automatisch bestückt werden können, ist eine Fabrikation in Europa wieder interessant. Kleinere Abmessungen erlauben zudem ein schlankeres Design solcher Lichtquellen, was sie attraktiver gestaltet.

Das leuchtende Glasrohr

Die Warmkathoden-Fluoreszenzröhre besteht aus einem Glasrohr, an dessen Enden jeweils ein Glühwendel als Elektrode angebracht ist (Bild 3). Das Rohr ist vaku-

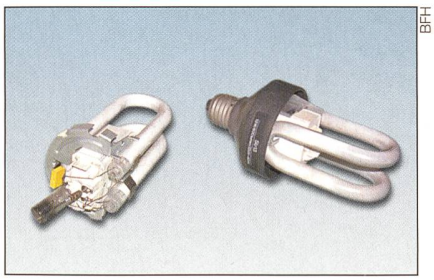

Bild 1 Klassische CFL mit Standardkomponenten.

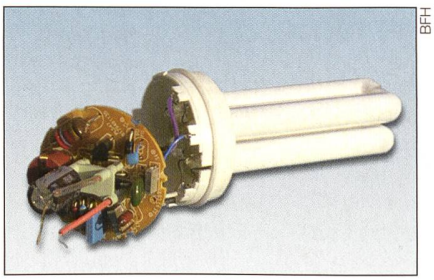

Bild 2 Elektronisches Vorschaltgerät für eine 11-W-CFL von Osram.

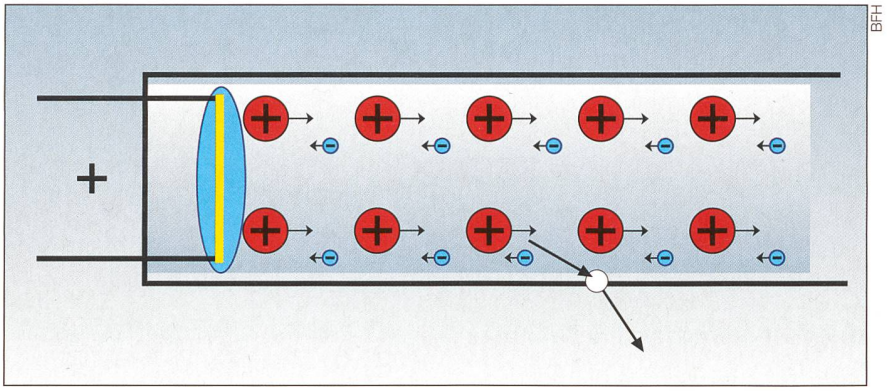

Bild 3 Aufbau einer Fluoreszenzröhre mit Gas im ionisierten Zustand.

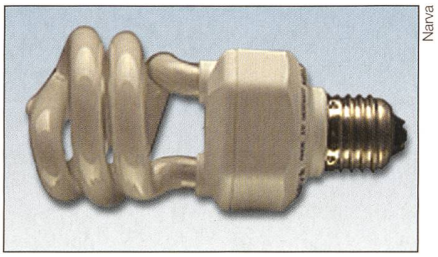

Bild 4 Beispiel einer gewendelten Röhre.

umdicht verschlossen und mit einem Edelgas bei niedrigem Druck gefüllt: mit Krypton bei Röhren mit 26 mm Durchmesser und Argon bei solchen mit 38 mm Durchmesser. Zudem ist bei beiden Varianten etwas Quecksilber zugefügt. Die Glühwendel bestehen aus Wolframdraht mit einer speziellen Schicht, die bei der entsprechenden Temperatur die Elektronen besser emittiert. Eine elektrische Spannung zwischen den beiden erhitzten Glühwendeln ionisiert die Gassäule im Glasrohr. Den Gasatomen wird dabei jeweils ein Elektron entrissen, sodass eine grosse Zahl von einzelnen Elektronen (blaue Kugeln in Bild 3) und positiv geladene Atomrümpfe (rote Kugeln) im Glasrohr schweben. In diesem Zustand leitet das Gas, das unter normalen Bedingungen ein Isolator ist, einen elektrischen Strom. Die negativ geladenen Elektronen bewegen sich in Richtung positiver Elektrode, die positiv geladenen Atomrümpfe in Richtung der negativen Elektrode. Diese Ionisation bleibt aufrechterhalten, solange ein elektrischer Strom fliesst. Würden die Elektronen und die Atomrümpfe immer schön getrennt bleiben, so würde sich, ausser dass ein elektrischer Strom fliesst, nichts in der Röhre ereignen. In Wirklichkeit ist diese Ionisation aber nicht ein statischer Zustand, sondern die Atome rekombinieren und ionisieren laufend. Dabei entzieht die Ionisation dem elektrischen Feld Energie, die von aussen zugeführt werden muss, während die Rekombination ein Lichtquant emittiert. In der Regel handelt es sich hier um unsichtbares Licht: ultraviolette Strahlung. Deshalb ist die Innenseite des Glasrohrs mit einem fluoreszierenden weissen Pulver beschichtet, das ultraviolettes Licht in sichtbares umwandelt (Bild 3). Daher der Name Fluoreszenzröhre. Diese Lichquellen haben einen hohen Wirkungsgrad mit gutem Lichtspektrum und sind deshalb weit verbreitet, besonders an jenen Orten, wo helles Licht gefordert ist, zum Beispiel bei Arbeitsplätzen aller Art.

Beim 50-Hz-Betrieb gelangen die Ionen und Elektronen an die entsprechenden Elektroden und führen so zu einem Strom, der nicht in Licht umgewandelt wird. Verwendet man stattdessen hochfrequente Felder, so ist diese Ionenbewegung vernachlässigbar und die Lichtausbeute wird grösser. Das bedeutet einen höheren Wirkungsgrad. Dieses Verhalten stellt sich schon bei Frequenzen um 10 kHz ein und wird bei noch höheren Frequenzen ausgeprägter.

Kompaktfluoreszenzröhren (CFL) funktionieren auf dieselbe Weise. Der Rohrdurchmesser ist in der Regel kleiner und die Röhre kürzer, oft sogar gewendelt (Bild 4). Deutlich ist im Bild das Gehäuse zu erkennen, in dem sich die Elektronik für das Vorschaltgerät befindet. Im Vergleich zur Röhre ist es relativ gross.

Elektronik erzeugt Wechselspannung

Das Vorschaltgerät erzeugt eine Wechselspannung hoher Frequenz und genügend hoher Spannung, um das Gas zu ionisieren. Damit die Schaltung klein wird,

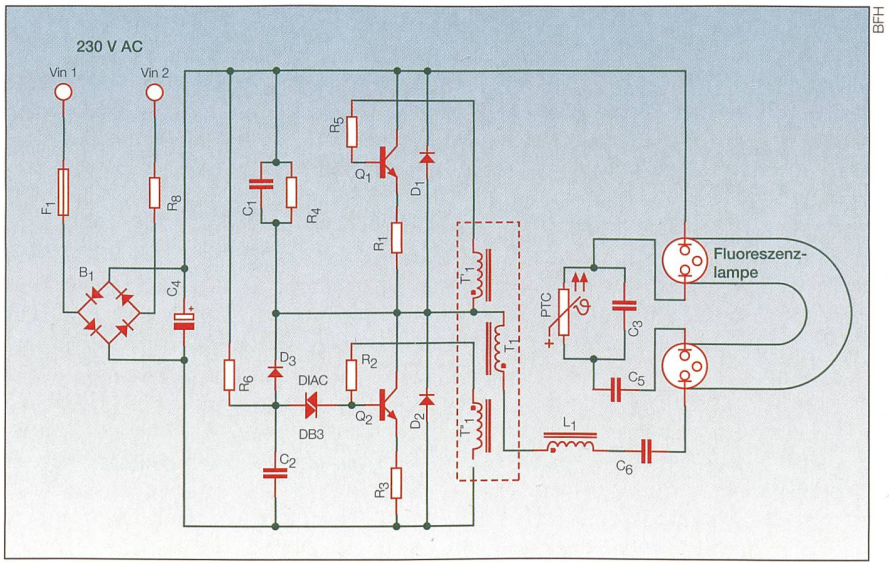

Bild 5 Vorschaltgerät für CFL von Osram für 11-W-Lampen.

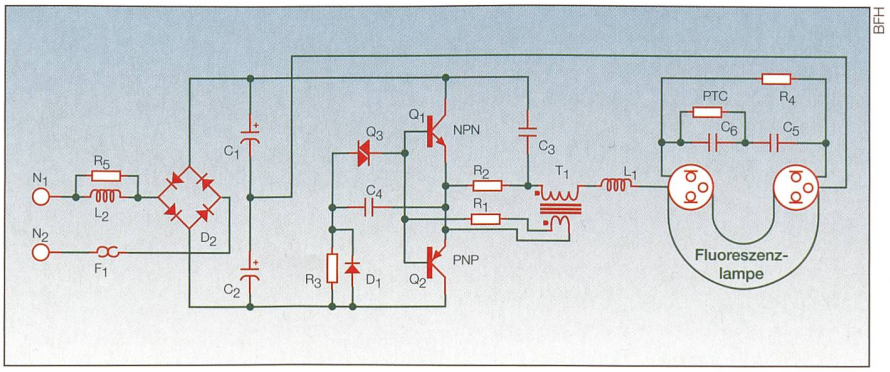

Bild 6 Miniaturvorschaltgerät für Kompaktfluoreszenzröhren (CFL).

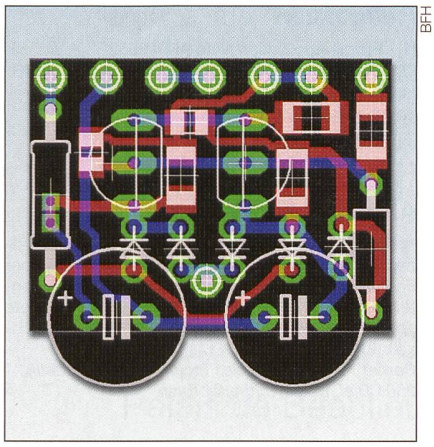

Bild 7 Das Layout der zum Patent angemeldeten Schaltung mit SMD-Bauteilen misst 17×22 mm.

verwendet man in der Regel direkt die gleichgerichtete Spannung des Wechselstromnetzes von 230 V_{eff} ohne Transformator. Diese Spannung beträgt nach dem Gleichrichter über 300 V.

Eine Transistorschaltung, bestehend aus zwei identischen Transistoren, die abwechslungsweise ein- und ausgeschaltet werden, erzeugt eine Rechteckspannung mit einer Frequenz von ca. 30 kHz und einer Amplitude von 300 V. Das bedeutet, dass diese Transistoren für 300 V ausgelegt sein müssen. Die beiden Transistoren Q_1 und Q_2 in Bild 5 werden von einer geglätteten Gleichspannung vom Kondensator C_4 gespeist und über einen Ringkerntransformator T_1 über zwei Sekundärwicklungen angesteuert. Die beiden Sekundärwicklungen T'_1 und T''_1 schalten dabei die Transistoren abwechselnd ein und aus. Es handelt sich um einen selbstschwingenden Leistungsoszillator, der eine Rechteckspannung erzeugt. Dabei ist es wichtig, dass während des Umschaltvorgangs nie beide Transistoren gleichzeitig leiten, da sonst Verluste auftreten, die die Transistoren unnötig erhitzen oder sogar zerstören. Die Frequenz der Schaltung wird im Wesentlichen durch die Sättigungseigenschaften des Transformators T_1 und die Storage Time t_s der Transistoren, die unter diesen Betriebsbedingungen Werte bis zu 5 µs annehmen können, bestimmt.

C_6 dient der Gleichstromentkopplung. Der Kaltleiter (PTC) hat die Aufgabe, die Vorheizung der Lampenwendel zu steuern, indem er die Kapazität C_3 während der Vorheizzeit kurzschliesst und damit dafür sorgt, dass der Strom durch die beiden Heizwendel und C_5 fliesst und die Röhre während etwa einer Sekunde vorheizt. Während dieser Zeit wird der PTC heiss und dadurch hochohmig. Nun kommen die Spule L_1 und die in Reihe geschalteten Kondensatoren C_3 und C_5 in Resonanz, mit dem Ergebnis, dass sich eine Resonanzspannung über den Kondensatoren und damit über der Röhre einstellt, die hoch genug ist, um die Röhre zu zünden. Sobald die Lampe brennt, reduziert sich die Spannung über der Lampe auf unter 100 V, und die Kapazität von C_3 und C_5 wird vernachlässigbar. Der Lampenstrom wird nun im Wesentlichen durch die Spule L_1, die Lampeneigenschaften und natürlich durch die Frequenz des Oszillators bestimmt.

Die Widerstände R_1, R_2, R_3 und R_5 dienen der Strombegrenzung der Basis- bzw. Emitterströme. Der Widerstand R_6, der Kondensator C_2 und der Diac dienen dem Zünden der Oszillatorschaltung beim Einschalten der Lampe, da der Oszillator nicht selbst anspringt. Die Diode D_3 verhindert ein weiteres Zünden, wenn die Schaltung läuft. Der Kondensator C_1 hat die Funktion eines Snubbernetworks, das den Spannungsabfall der Transistoren verzögert und so deren Schaltverluste verringert. Die beiden Dioden D_1 und D_2 dienen dem Schutz vor Falschpolung der Transistoren und wirken Störungen entgegen. Diese Schaltung trifft man bei allen CFL an, wenn auch mit kleinen Variationen [1 bis 5]. Philips ging früher eigene Wege, verwendet nun aber bei den neusten Softtone- und anderen neuen CFL ebenfalls dieses Schaltprinzip und fertigt nun ebenso in China.

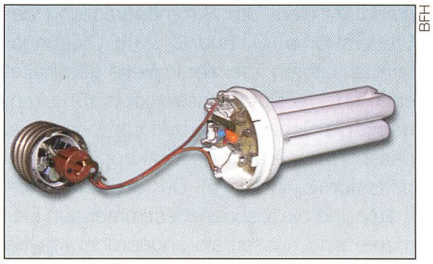

Bild 9 Prototyp des neuen 11-W-Vorschaltgeräts.

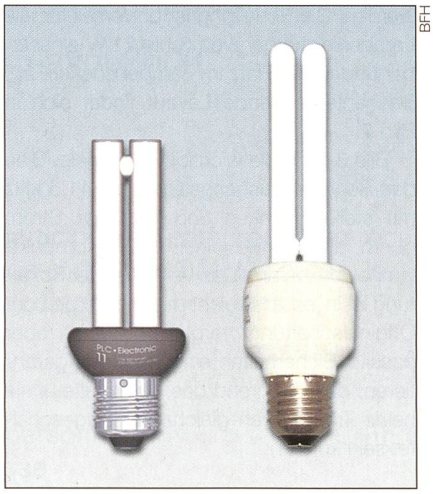

Bild 10 Vergleich der Designs eines miniaturisierten und eines konventionellen Vorschaltgeräts.
Links: Schlankes Design dank integriertem Vorschaltgerät im Sockel, rechts: Original-11-W-Lampe von Osram.

Das neue Schaltkonzept

Es ist möglich, mit Komplementärtransistoren eine Push-Pull-Oszillatorschaltung aufzubauen, die mit einer einzigen gemeinsamen Rückkopplungswicklung des Steuertransformators funktioniert und so den Schaltungsaufwand merklich reduziert. Weiter garantiert diese Schaltung, dass nie beide Transistoren gleichzeitig eingeschaltet sind. Damit werden automatisch Schaltverluste verringert, und es können leistungsschwächere Transistoren eingesetzt werden, mit entsprechendem Preisvorteil. Der Wirkungsgrad wird dadurch ebenfalls verbessert. Dabei funktioniert die zum Patent angemeldete Schaltung in Bild 6 im Wesentlichen gleich wie jene in Bild 5.

Die Transistoren Q_1 und Q_2 sind die Leistungsschalter, die abwechselnd von einer gemeinsamen Wicklung eines Stromtransformators angesteuert werden. Der Wider-

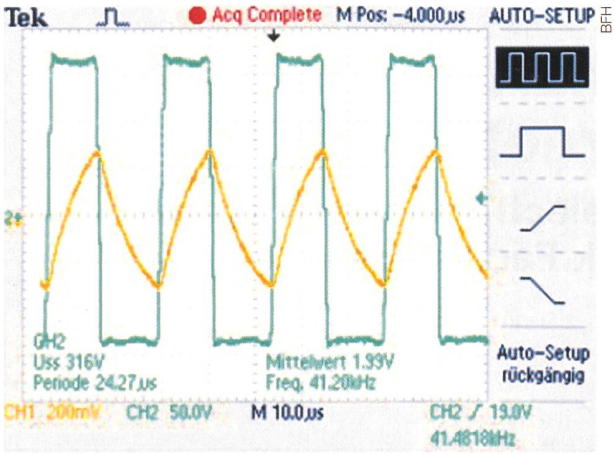

Bild 8 Signale der Schaltung.

stand R_1 dient der Strombegrenzung der Steuerströme. C_1 und C_2 sind Glättungskondensatoren, die hier in Serie geschaltet sind, um die Durchmesser klein zu halten, damit die Schaltung in den Lampensockel passt. Weiter entfällt der Entkopplungskondensator (C_6 in Bild 5). Der Steuertransformator und die resonanzbestimmenden Elemente sind ausserhalb angeordnet, da sie lampenspezifisch sind. Werden SMD-Bauteile verwendet, kann die Schaltung kompakt gestaltet und automatisch gefertigt werden. Die Schaltung ist universell für alle Lampenleistungen von 3 bis 21 W einsetzbar und findet Platz im Lampensockel E27. Das entsprechende Layout findet sich in Bild 7.

Bild 8 zeigt die wichtigsten Signale. Blau das Rechteckausgangssignal bei 41,5 kHz mit steilen Flanken und gelb der Strom durch die Lampe einer 11-W-Kompaktlampe von Osram. Das Verhalten der Schaltung ist in jeder Hinsicht mit demjenigen der Originalschaltung vergleichbar, hat aber passive Sicherheiten eingebaut, die garantieren, dass während des Umschaltens nie beide Transistoren gleichzeitig eingeschaltet sein können.

Prototypen leuchten zuverlässig

Ein voll funktionsfähiger Prototyp ist in Bild 9 zu sehen. Die lampenspezifischen Elemente sind ausgelagert, und nur der universelle Teil ist im Sockel enthalten. Damit ist es möglich, das Vorschaltgerät im Sockel integriert als Einheit zu vermarkten. Mit einer Schnappvorrichtung könnte dieser mit einer Lampe gewünschter Leistung kombiniert werden. In den Bildern ist der Original-Steuertransformator, der noch die drei Originalwicklungen aufweist, wobei eine der beiden Sekundärwicklungen nicht verwendet wird. Dieser gehört zum lampenspezifischen Teil wie auch die resonanzbestimmenden Elemente und der PTC, die sich direkt bei der Lampe befinden.

Referenzen

[1] Philips Application Note AN99065.
[2] ON Semiconductor Application Note AN1543/D.
[3] Patent DE 3711814A1.
[4] Patent 0563770A.
[5] Patent US 4075476A1.

Angaben zum Autor

Prof. Dr. *Peter Walther* ist Professor für Elektronik, Mechatronik und Nanotechnik an der Berner Fachhochschule in Biel. Er studierte experimentelle Physik an der Universität Basel und arbeitete später im Bereich Elektromagnetische Verträglichkeit (EMC/NEMP).
Berner Fachhochschule, Technik und Informatik, 2501 Biel, peter.walther@bfh.ch

Résumé

Un ballast miniaturisé pour lampes à économie d'énergie

Un ballast en technologie CMS pour tubes à fluorescence compacts. Les tubes à fluorescence compacts seront très demandés ces prochaines années comme lampes à économie d'énergie dans le contexte du réchauffement climatique. C'est ainsi par exemple que l'Australie veut interdire d'une manière générale les lampes à incandescence et les remplacer par des lampes à économie d'énergie. Cette même idée est en cours de discussion en Allemagne. Il serait beau que ces lampes puissent être fabriquées en Europe à un prix intéressant, car actuellement, elles sont en grande partie fabriquées à la main en Chine. L'électronique du ballast pourrait être fabriquée automatiquement en technologie CMS avec un circuit un peu simplifié. Cette partie électronique de dimensions réduites – qui pourrait essentiellement être logé dans l'embase E27 – permettrait en outre de nouveaux designs de lampe.

Ethernet bis an die Maschine
Ein Kommunikationsnetz für das gesamte Unternehmen

Ethernet eroberte für den industriellen Einsatz lange Zeit ungeeignet. Inzwischen hat sich diese Technologie im Automatisierungsbereich etabliert. Industrial Ethernet hat allerdings nur noch wenig mit der über 25 Jahre alten Ursprungstechnologie zu tun. Die Priorisierung von Daten, kombiniert mit den Ethernet-Standards für Switching, Full-Duplex-Übertragung und die Möglichkeit der Skalierung der Bandbreite von 10 Mbit/s, auf 100 Mbit/s oder 1000 Mbit/s sind Meilensteine in der industriellen Kommunikation. Neue Technologien wie echtzeitfähiges Ethernet erhöhen die Stabilität der Automatisierungsnetzwerke zusätzlich.

Ethernet-Netzwerkkomponenten für industrielle Applikationen erfüllen nicht nur die im Bürosektor geltenden Sicherheitsstandards, sondern besitzen darüber hinaus weitere Eigenschaften. Die Stromversorgung, lässt sich auf Überschienen montieren und nach dem «Plug- and-Work»-Prinzip in Betrieb nehmen. Redundanzfunktionen gewährleisten die Verfügbarkeit der Netzwerke. So verfügen verschiedene Switches aus der Indus-

Jürgen Schmid

trial Ethernet Familie über eine eigene Stromversorgungseinheit, die dafür sorgt, dass nach einem Stromausfall oder -ausfall garantiert innerhalb von 0,5 Sekunden eine alternative Verbindung zur Verfügung steht.

Feldtauglicher IP67-Switch

Durch den zunehmenden Einsatz von Protokollen wie Modbus/TCP, Ethernet/IP, Profinet und HSE[1] – die alle auf Ethernet aufsetzen, gewinnt die deterministic Ausrichtung des Ethernet-Protokolls [2] immer größerer Bedeutung. Damit setzt das Protokoll in Bereichen vor, die bisher zur Domäne der Feldbusse waren und wo hohe Anforderungen an die Netzwerkgeräte bezüglich Temperaturbereich, Schock und Vibrationsfestigkeit sowie an die Schutzart gestellt werden, dies gilt ebenso für die entsprechenden Steckverbinder.

Hier haben sich zwei Alternativen herauskristallisiert. Der klassische RJ45 Stecker aus der Bürowelt wurde modifiziert und in unterschiedlicher Form gekapselt. Leider kommen sich die Hersteller nicht in die Quere, sondern bringen mittlerweile so diese bereit rund zehn verschiedene Steckervarianten am Markt angeboten werden, die nicht kompatibel sind.

Alternativ wurde der im industriellen Umfeld bewährte M12-Stecker weiterentwickelt und für Datenraten bis 100 Mbit/s (Fast Ethernet) von verschiedenen Herstellern freigegeben.

Im Gegensatz zu den gekapselten RJ45-Steckverbindern ist es beim M12-Stecker möglich, die IP67-Schutzart, bei Bedarf gleichzeitig Schutzart IP68 sicherzustellen. Die verschiedenen Gremien (IAONA, PNO und ODVA) haben sich hier auf die vierpolige Variante mit der im DKE definierten D-Kodierung geeinigt.

Damit lassen sich die Switches, die bisherigen Anforderungen bezüglich Schock, Vibration und IP-Schutzart erfüllen, ohne zusätzliche Schutzmassnahmen direkt an der Maschine montieren. Damit kann die im Produktionsbereich übliche modulbezogene Verkabelungstektur bei-

Bild 1 Die Roboter werden über Ethernet gesteuert – über detaillie TCP/IP-Protokoll, wie es der Büro-PC nutzt.

Fachartikel auf dem Internet

www.electrosuisse.ch/bulletin (Rubrik Fachartikel)

BULLETIN

Journées d'information
pour électriciens d'exploitation

Forum Fribourg, **Granges-Paccot** — Mercredi, 5 mars 2008

Palais de Beaulieu, **Lausanne** — Mardi, 15 avril 2008

Président de la journée
Marius Vez,
Responsable Electrosuisse Romandie

Places de parc
Parking souterrain du Forum
Parking souterrain du Palais de Beaulieu

Groupes cibles
Ces journées s'adressent avant tout aux électriciens d'exploitation ainsi qu'à leurs supérieurs directs, aux installateurs-électriciens, aux conseillers en sécurité et aux enseignants concernés.

Buts des journées
Information aux électriciens d'exploitation sur les nouveautés en matière d'installations électriques à basse tension. L'accent principal sera mis sur les exemples pratiques et les discussions.

Les participants sont invités à adresser leurs questions par écrit au président des journées avant le 20 février 2008.

Recueil des exposés et CD ROM
Un recueil des exposés en français et 1 CD ROM seront remis aux participants.

Frais
Carte de participation (comprenant le recueil des exposés et 1 CD-ROM, les cafés, le déjeuner y compris les boissons et le café)

Membres personnels Electrosuisse	Fr. 300.–
Membres institutionnels Electrosuisse	Fr. 300.–
Clients avec contrat Electrosuisse	Fr. 300.–
Non-membres Electrosuisse	Fr. 400.–

Inscriptions
Nous prions les intéressés de bien vouloir envoyer leur bulletin d'inscription à Electrosuisse, Organisation des journées, Luppmenstrasse 1, 8320 Fehraltorf.
Les participants recevront leur carte de participation accompagnée de la facture ainsi que le bon pour le déjeuner, le recueil des exposés et 1 CD ROM après enregistrement de leur inscription.

Pour de plus amples renseignements, veuillez vous adresser à Electrosuisse Romandie, Chemin de Mornex 3, 1003 Lausanne, tél. 021 312 66 96.

Electrosuisse Romandie
Chemin de Mornex 3
1003 Lausanne

Tél. +41 21 312 66 96
Fax +41 21 320 00 96
ase.romandie@electrosuisse.ch
www.electrosuisse.ch

electrosuisse

Programme

8.30 Accueil café

9.00 Salutations du président de la journée

Marius Vez
Responsable Electrosuisse Romandie
Lausanne

Electrobiologie
- Les champs électriques et les champs magnétiques
  - l'influence de la distance
  - l'influence des mises à la terre
  - l'influence des équipotentielles
- Les réactions du corps humain
- Les principes de mesure

Charles Pachoud
Electrosuisse Romandie
Lausanne

Les sources lumineuses modernes
- Qu'est-ce qu'une lumière de qualité?
- Efficacité lumineuse
- Classification énergétique
- Contribution à la sauvegarde de l'énergie en utilisant des lampes halogènes et fluocompactes

Gilles Debled
Osram AG
Winterthour

10.30 Pause café

11.00 Sécurité d'approvisionnement par régulation de charge de pointe
- Souci n° 1: consommation d'énergie constamment croissante
- La crainte d'un black-out
- Coûts d'investissement contre capacités du réseau
- Protéger l'environnement avec la télécommande centralisée
- Prendre influence sur les consommateurs
- Avancer à l'avenir avec la télécommande centralisée

Daniel Heubach, Swistec Systems SA
Fehraltorf

Discussion des thèmes de la matinée

12.00 Repas de midi

14.00 Flash

Analyse d'accident
- Quels sont les risques inhérents à certains travaux électriques?
- Statistiques d'accidents 2006
- Exemples d'accidents
- Comment aurait-on pu les éviter?
- Quelles règles n'ont pas été respectées?

Charles Pachoud
Electrosuisse Romandie
Lausanne

Discussion des thèmes de l'après-midi

16.00 Fin de journée

Electrosuisse Romandie
Chemin de Mornex 3
1003 Lausanne

Tél. +41 21 312 66 96
Fax +41 21 320 00 96
ase.romandie@electrosuisse.ch
www.electrosuisse.ch

electrosuisse