

kennen und selbst beheben kann. Der oder die Verantwortliche sollte auch ein Betriebsbuch der Anlage führen, das Einträge zu allen Vorfällen und Instandhaltungsmaßnahmen beinhaltet. Dies ist zwar nicht vorgeschrieben, kann aber bei einer Fehlersuche oder bei Wartungs- und Reparaturarbeiten hilfreich sein.

Zur Wartung und Instandhaltung von Zutrittskontrollanlagen können keine allgemein verbindlichen Aussagen getroffen werden – abgesehen von Festlegungen in bestehenden oder zukünftigen Normen und Richtlinien [1]. Da die Zutrittskontrollanlage jedoch erheblich in den täglichen Betriebsablauf eingreift und ihn bei Störungen oder Fehlbedienungen stark beeinträchtigen kann, sollte ein eigener Mitarbeiter zumindest die Bedienung und die Störungssuche (z. B. mit tel. Anleitung) beherrschen. Je nach Verfügbarkeit und Kenntnisstand eigener Elektronik- oder Maschinenbautechniker sollte man mit Lieferanten oder Errichtern des Systems einen Fullservice- oder normalen Servicevertrag vereinbaren. Auch ein Bring-in-Service für Reparaturen ist denkbar. Durch minimale Ersatzteilhaltung – besonders für Verbrauchsteile – lässt sich die Betriebsbereitschaft bei Schäden und Ausfällen oftmals nach kurzer Zeit wieder sicherstellen.

6 Fazit

Die Berücksichtigung der genannten Punkte gibt einem Anlagenbetreiber die Gewissheit, eine auf seine Firmenstruktur angepasste Zutrittskontrollanlage zu installieren und zu betreiben. Im Lauf der Zeit auftretende Änderungswünsche sind dann meist ohne großen Aufwand realisierbar, wenn dadurch nicht die Struktur der ganzen Anlage in Frage gestellt wird. Diese ist weitgehend durch die Planung und Installation festgelegt. Organisatorisch sowie technisch gut geplante und richtig betriebene Anlagen zur Zutrittsregelung unterstützen das Führen wirtschaftlich genutzter Gebäude und Unternehmen in erheblichem Umfang.

Mit ihrer Einbindung in andere Alarmsysteme oder der zusätzlichen Nutzung für administrative Zwecke wie Zeit- und Betriebsdatenerfassung sind sie ein wesentlicher Baustein für integrierte Gebäudeautomation. Dabei dienen sie nicht nur der Sicherung materieller und immaterieller Güter, sondern auch der Sicherheit der Betreiber und Benutzer der Anlage.

Literatur

- [1] DIN EN 50 133 Zutrittskontrollanlagen für Sicherheitsanwendungen;
Teil 1 (VDE 0833-8-10): Systemanforderungen;
Teil 2-1: Allgemeine Anforderungen an Anlagenteile;
Teil 7: Anwendungsregeln

Ansteuerung weißer LED

G. Graichen, Chemnitz

Weiß leuchtende Lichtemitterdioden ermöglichen unterschiedliche Beleuchtungslösungen und finden als moderne Leuchtmittel eine zunehmende Verbreitung. Bei allen Einsatzmöglichkeiten sind für die Ansteuerung der weißen LEDs immer wiederkehrende, teilweise aber auch spezielle Erfordernisse zu beachten. Nachfolgend werden einige ausgewählte Aspekte der Ansteuerung weißer LEDs aufgezeigt.

1 Vielfältige Möglichkeiten der Anwendung

Weiß leuchtende Lichtemitterdioden finden als moderne Leuchtmittel zunehmende Verbreitung. Die derzeit bekanntesten Einsatzgebiete reichen von Taschenlampen über Hintergrundbeleuchtungen für Displays bis zu vielfältigen Beleuchtungslösungen für Konsolen oder Schalter. LED-Lampen für Netzspannung in Glühlampenform dürften bald Marktreife erlangen. Weiß leuchtende LEDs im SMT-Gehäuse (Surface Mount Technology) mit Abstrahlwinkeln bis zu 120° und eingebautem Reflektor zur Erhöhung der Lichtausbeute ermöglichen eine besonders flache Bauform und das Erschließen weiterer Einsatzfelder.

2 Betriebsverhalten weiß leuchtender LEDs

Grundelement weiß leuchtender Lichtemitterdioden sind blau leuchtende LEDs, die mit einer speziellen Fluoreszenzschicht belegt sind, welche einen Teil des blauen Lichtes in gelbes wandelt. Das entstehende Mischlicht wird als weißes Licht wahrgenommen. Wie alle Lichtemitterdioden werden auch weiß leuchtende LEDs ausschließlich in Durchlassrichtung (auch Flussrichtung genannt) betrieben. Das Sperrvermögen ist äußerst begrenzt und sollte im praktischen Betrieb nicht genutzt werden. Der Durchlass-Spannungsabfall beträgt bei weißen LEDs etwa 3...4 V, er liegt damit deutlich über dem Spannungsabfall an rot, gelb oder grün leuchtenden LEDs. Zu beachten ist weiterhin, dass der Durchlass-Spannungsabfall an weißen LEDs erheblichen Exemplantreuerungen unterworfen ist.

Die Intensität des abgestrahlten Lichtes einer LED ist stark vom Durchlassstrom (auch Flussstrom genannt) abhängig. Eine LED ist folglich durch Variation des Durchlassstromes quasi dimmbar. Bei weißen LEDs ändert sich mit dem Durchlassstrom aber nicht nur die Helligkeit, sondern zugleich die Farbzusammensetzung

des abgestrahlten Lichtes. Eine Absenkung des Durchlassstromes bewirkt üblicherweise ein zunehmend warmes gelbes Licht bei verminderter Helligkeit. In der Praxis wird aus diesen Gründen meist die Pulsweitenmodulation (PWM) zum Dimmen weißer LEDs eingesetzt. Dabei wird ein betragsmäßig konstanter Durchlassstrom über die LED in einem bestimmten Tastverhältnis ein- und ausgeschaltet. Über das variable Ein-/Aus-Verhältnis wird so nur die Helligkeit, nicht aber die Farbzusammensetzung verändert. Das menschliche Auge empfindet das entstehende Licht bei Schaltfrequenzen oberhalb etwa 120 Hz als gleichmäßig.

3 Anforderungen im praktischen Einsatz

Bei der praktischen Anwendung weiß leuchtender LEDs sind meist nicht nur Einzeldioden im Einsatz. Üblicherweise wird eine mehr oder weniger große Anzahl gleichartiger LEDs in einem Leuchtmittel zusammengeschaltet. Da LEDs im praktischen Betrieb im Gegensatz zu den bekannten Glühlampen keine Wärme in Form von Infrarot-Strahlung erzeugen, ergibt sich für solche Leuchtmittel eine vergleichsweise deutlich längere Lebensdauer bei langfristig niedrigeren Kosten. Zu beachten ist jedoch, dass auch beim Betrieb von LEDs gemäß

$$P_V = U_F \cdot I_F \quad (1)$$

eine Verlustleistung entsteht, die zu einer beträchtlichen Erwärmung von auf engem Raum angeordneten LEDs führen kann.

Für übliche Anwendungsfälle typisch ist das gleichzeitige Leuchten einer mehr oder weniger großen Anzahl von weißen LEDs. Dabei sind die Anforderungen an weitgehend gleiche Helligkeit im praktischen Betrieb je nach konkretem Einsatzfall in gewissem Grad unterschiedlich. Besonders hohe Anforderungen an gleiche Helligkeit bestehen beispielsweise bei LEDs, die zur Hintergrundbeleuchtung von LC-Farbdisplays genutzt werden. Dann müssen für gleichmäßige Ausleuchtung alle eingesetzten LEDs von einem weitgehend gleichen und weitgehend konstanten Strom durchflossen werden. Weitgehend konstant heißt dabei nicht unbedingt betragsmäßig konstant wie

Autor

Dr.-Ing. Günter Graichen ist freier Fachautor, Chemnitz.

bei idealem Gleichstrom. Hier sind auch Mischströme mit weitgehend konstantem Mittelwert zulässig. Verminderte Anforderungen hinsichtlich gleichem Strom über alle eingesetzten LEDs dürften beispielsweise bei Kfz-Innenbeleuchtungen bestehen. Hier hat eine Helligkeitssteuerung über eine Variation des Strom-Mittelwertes durch Pulsweitenmodulation sicherlich größere Bedeutung.

4 Möglichkeiten der Ansteuerung

4.1 Hohe Speisespannung

Gleicher Durchlassstrom über eine Gruppe von LEDs lässt sich am einfachsten durch eine Reihenschaltung nach Bild 1 gewährleisten. Zur Einstellung und gegebenenfalls Begrenzung des Durchlassstromes über die LED-Kette ist ein geeigneter Vorwiderstand R_V notwendig. Nachteilig sind die benötigte relativ hohe Speisespannung U_e sowie die Anforderungen an deren Konstanz, wenn zeitliche Schwankungen der Helligkeit ausgeschlossen werden sollen. Zu beachten sind weiterhin die am Vorwiderstand unvermeidlich auftretenden Verluste.

Die Schaltung nach Bild 1 kann bei entsprechender Erhöhung von Speisespannung und Vorwiderstand einen zunehmend konstanten

Strom für gleiche Helligkeit auch bei gewissen Schwankungen der Speisespannung liefern, was allerdings mit steigenden Verlusten am Vorwiderstand einhergeht. Der Betriebsfall des eingepprägten Konstantstromes ist auf diesem Wege jedoch praktisch nicht erreichbar. Dazu bedarf es des Einsatzes einer Konstantstromquelle, wie dies auf Bild 2 dargestellt ist.

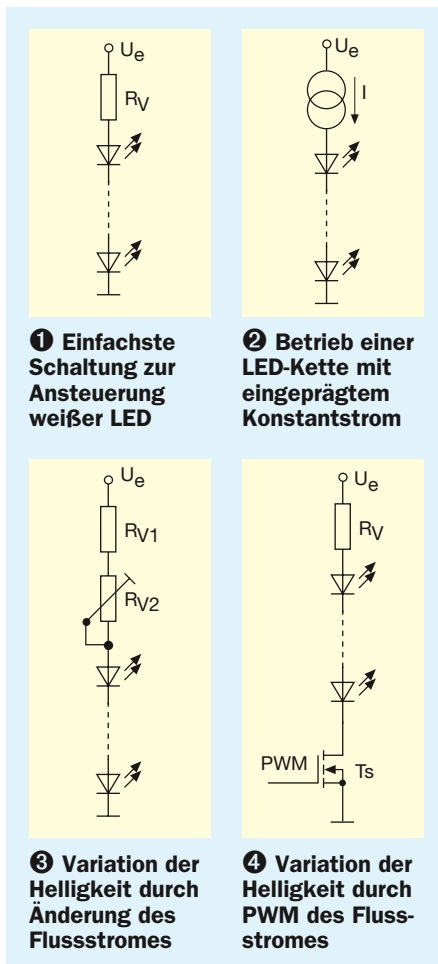
Die Schaltung nach Bild 1 bietet die Möglichkeit des Einsatzes einer Reihenschaltung zweier Vorwiderstände (Bild 3). Der Festwiderstand R_{V1} dient der Begrenzung des Stromes über die LED-Kette bei $R_{V2} = 0 \Omega$. Mit dem einstellbaren Widerstand R_{V2} lassen sich der Strom über die LEDs und damit die Helligkeit in Stufen oder auch kontinuierlich verändern. Eine gleichartige Helligkeitssteuerung ist auch mit Hilfe einer steuerbaren Konstantstromquelle in der Schaltung nach Bild 2 möglich.

Wird in der Schaltung nach Bild 1 ein Schalter, im Beispiel nach Bild 4 ein MOSFET vom N-Kanal-Anreicherungstyp eingefügt, ist die Steuerung der Helligkeit der LED-Kette durch periodisches Ein- und Ausschalten des Stromes bei variablem Tastverhältnis (PWM) möglich. Eine solche Steuerung der Helligkeit mittels Pulsweitenmodulation ist ebenso in der Schaltung nach Bild 2 anwendbar.

4.2 Niedrige Speisespannung

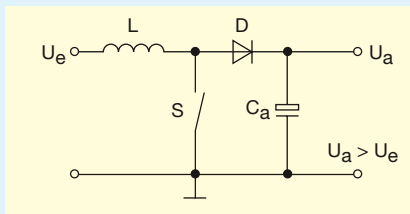
Für die auf den Bildern 1 bis 4 dargestellten prinzipiellen Möglichkeiten zur Erzeugung des Stromes über eine LED-Kette sowie dessen Steuerung ist stets eine entsprechend hohe Speisespannung erforderlich. In netzbetriebenen Anordnungen dürfte deren Bereitstellung mit den üblichen Mitteln und Methoden kein Problem sein. Anders sind die Verhältnisse in batterie- oder akkugespeisten Inselnetzen. Hier sind Spannungen üblich, die in der Regel wesentlich niedriger als erforderlich sind. Als typische Beispiele seien mobile Geräte mit einer Versorgungsspannung von häufig 2,7...4,2 V genannt, die durch eine Li⁺-Zelle, drei in Reihe geschaltete NiMH- oder NiCd-Zellen gespeist werden. Neben den niedrigen Absolutwerten stellt die im praktischen Betrieb außerordentlich große Schwankungsbreite ein weiteres Problem dar. Daraus resultiert letztlich, dass die Speisespannung für LED-Ketten meist mit Hilfe elektronischer Schaltungen erzeugt werden muss. Aufgabe solcher Anordnungen ist es, aus einer relativ niedrigen Versorgungs-Gleichspannung bei großer zulässiger Schwankungsbreite eine hinreichend hohe weitgehend stabile Ausgangsspannung zu erzeugen und eine geforderte Belastbarkeit zu gewährleisten. In der Praxis werden zur Lösung dieser Aufgaben meist aus der Stromversorgungstechnik bekannte so genannte Hochsetzsteller, auch als Aufwärts-Wandler bezeichnet, eingesetzt.

Wirkprinzip eines Aufwärtswandlers. Das Wirkprinzip eines Aufwärtswandlers ist aus Bild 5 ersichtlich. Bei geschlossenem Schal-

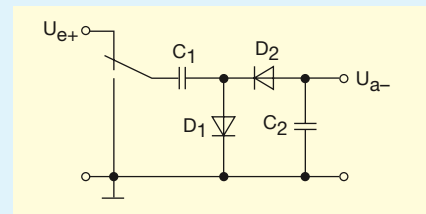


ter S fließt ein Strom über die Induktivität. Magnetische Energie wird aufgebaut und gespeichert. Wird der Schalter geöffnet, kehrt sich die Polarität der Spannung an der Induktivität L um. Über eine jetzt leitende Diode D wird der Kondensator C_a am Ausgang mit einer Spannung größer U_e aufgeladen. Die vorher in der Induktivität gespeicherte magnetische Energie wird wieder abgegeben. Schließt der Schalter erneut, verhindert die jetzt gesperrte Diode die Entladung des Kondensators und es beginnt ein neuer Zyklus.

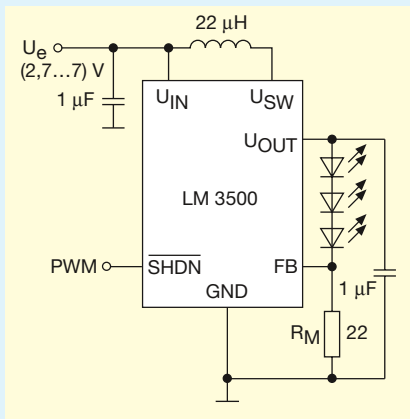
Praktisch ausgeführte Aufwärts-Wandler enthalten anstelle des Schalters S einen elektronischen Schalter, meist einen Leistungs-MOSFET, der mit hohen Taktfrequenzen umgeschaltet wird. Dadurch sind relativ niedrige Induktivitätswerte bei kleinen Baugrößen möglich. Durch geeignete Steuerung des elektronischen Schalters kann eine weitgehend konstante Ausgangsspannung bereitgestellt werden. Als Diode wird in praktischen Anordnungen meist eine Schottkydiode eingesetzt. Deren vergleichsweise niedrigerer Durchlass-Spannungsabfall reduziert die im Betrieb auftretenden Verluste und verbessert so den Wirkungsgrad.



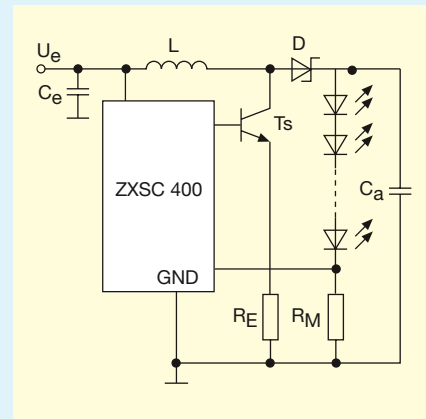
5 Prinzip des Aufwärtswandlers (Hochsetzsteller)



6 Einfacher Spannungsinverter nach dem Prinzip der Ladungspumpe



7 Einfacher Aufwärtswandler



8 Aufwärts-Wandler zur Ansteuerung weißer LEDs

Ladungspumpen. Für einen geringen Strombedarf kommen zur Speisung von weißen LEDs bevorzugt auch Ladungspumpen-Anordnungen in Betracht. Diese können aus einer einseitigen Rechteckspannung verschiedenartige Ausgangsspannungen erzeugen. Hauptvorteil solcher Anordnungen ist der Wegfall der Induktivität. Das Wirkprinzip einer Ladungspumpe soll am einfachen Beispiel eines Spannungsinverters nach Bild 6 erläutert werden. Befindet sich der Schalter S in der auf Bild 6 gezeigten Stellung, wird die als Pumpkapazität bezeichnete Kapazität C_1 über die Diode D_1 auf die Eingangsspannung aufgeladen. Schaltet der Schalter S um, sperrt die Diode D_1 und D_2 wird leitend. Es erfolgt ein Ladungsausgleich, das heißt, es werden Ladungen von C_1 nach C_2 verschoben (gepumpt). Mit dem Umschalten des Schalters S in den Ausgangszustand beginnt ein neuer Zyklus. Dieser Prozess der Umverteilung von Ladungen setzt sich fort, bis ein stationärer Zustand erreicht ist. Die Ausgangsspannung würde dann im Beispiel nach Bild 6 folgenden Wert erreichen:

$$U_a = -(U_e - 2U_F) \quad (2)$$

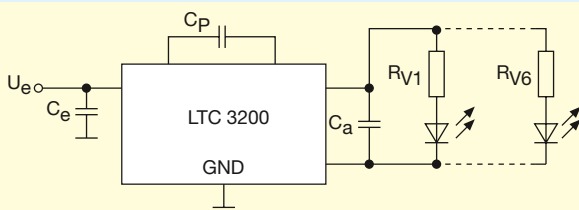
In praktischen Anordnungen wird die rechteckförmige Spannung ebenfalls durch schnell schaltende MOSFET erzeugt. Zur Vermeidung des störenden Durchlass-Spannungsabfalls an den Dioden werden auch diese durch MOSFET ersetzt. Dann können in Verbindung mit sehr hohen Taktfrequenzen kleine Kapazitätswerte zur Anwendung kommen und hohe Wirkungsgrade erreicht werden, was für batte-

rie- bzw. akkugespeiste Einrichtungen von besonderer Bedeutung ist. Durch geeignete Taktung ist es möglich, die Ausgangsspannung im geforderten Maß stabil zu halten. Wegen des relativ hohen Aufwandes für die Steuerung werden Ladungspumpen überwiegend als integrierte Schaltkreise, häufig in Verbindung mit Konstantstromquellen zur Speisung der weißen LEDs, realisiert.

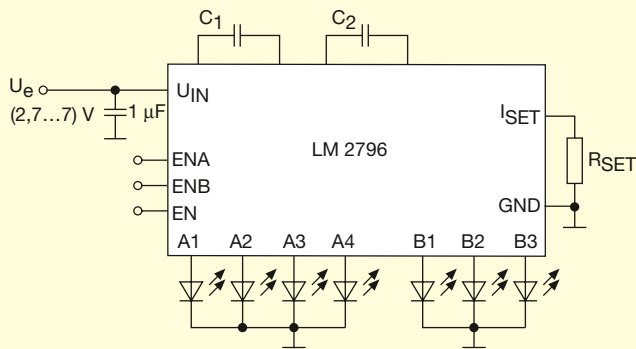
5 Ausgewählte praktische Beispiele

Mit den folgenden Beispielen soll ein Einblick in die äußerst vielfältigen Möglichkeiten der Ansteuerung weißer LEDs gegeben werden. Einen einfachen Aufwärts-Wandler mit hohem Wirkungsgrad zeigt Bild 7. Sehr hohe interne Taktfrequenzen erlauben eine räumlich kompakte Induktivität und niedrige Kapazitätswerte der Kondensatoren. Bei einem weiten zulässigen Bereich der Eingangsspannung von 2,7 V bis maximal 7 V ist die Speisung von drei, bei LEDs mit kleiner Flußspannung auch vier, in Reihe geschalteten LEDs möglich. Der Strom wird mit Hilfe des Strommesswiderstandes R_M kontrolliert und weitgehend konstant gehalten. Eine Steuerung der Helligkeit ist durch ein PWM-Signal möglich. Bevorzugtes Einsatzgebiet dürften Hintergrundbeleuchtungen für räumlich kleine Displays mobiler Geräte sein.

Mit dem Aufwärts-Wandler nach Bild 8 kann eine komplette LED-Kette gespeist werden. Der Einsatz eines Bipolartransistors als



⑨ Ladungspumpe zur Speisung von maximal sechs weißen LEDs



⑩ Treiber für weiße LEDs mit Konstantstrom-Ausgängen

Leistungsschalter ermöglicht eine Überwachung und Steuerung des maximalen Einschaltstromes und dient folglich dem Schutz der Anordnung. Da der Vorwiderstand R_M der LED-Kette als Strommesswi-

derstand genutzt wird, können eventuelle Helligkeitsschwankungen infolge von Schwankungen der Ausgangsspannung ausgeregelt werden. Bei hohem Wirkungsgrad ist die Anordnung auch für Einsatzfälle mit

hohen Anforderungen an die technischen Parameter geeignet.

Eine Ladungspumpe zur gleichzeitigen Speisung von bis zu sechs weißen LEDs zeigt Bild ⑨. Da nur eine ausreichend große Ausgangsspannung ohne Regelmöglichkeiten erzeugt wird, führen Toleranzen der Durchlass-Spannungsabfälle der LEDs und Toleranzen der Vorwiderstände zu mehr oder weniger unterschiedlichen LED-Strömen und damit zu Unterschieden in der Helligkeit. Des Weiteren rufen Schwankungen der Ausgangsspannung insgesamt Helligkeitsschwankungen hervor. Der Wirkungsgrad der Anordnung wird durch die Verluste an den Vorwiderständen negativ beeinflusst. Die Schaltung bleibt somit Anwendungen vorbehalten, bei denen niedrige Kosten und geringer Raumbedarf im Vordergrund stehen, die technischen Anforderungen dagegen gering sind.

Die auf Bild ⑩ dargestellte Schaltung enthält zwei Ladungspumpen für die beiden Gruppen von LEDs und an jedem Ausgang eine schaltkreisinterne Konstantstromquelle. So kann beispielsweise die Vierergruppe zu einer gleichmäßigen Display-Beleuchtung von Mobiltelefonen, die Dreiergruppe aber für eine nur kurzzeitig benötigte Tastatur-Beleuchtung genutzt werden.

