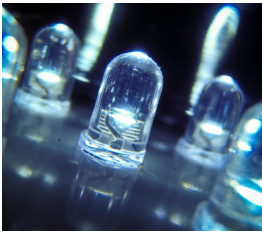


Kostengünstiges Betreiben von Standard-LEDs an 10V_{DC} bis 230V_{AC} mit Strombegrenzer-Dioden – flickerfrei!

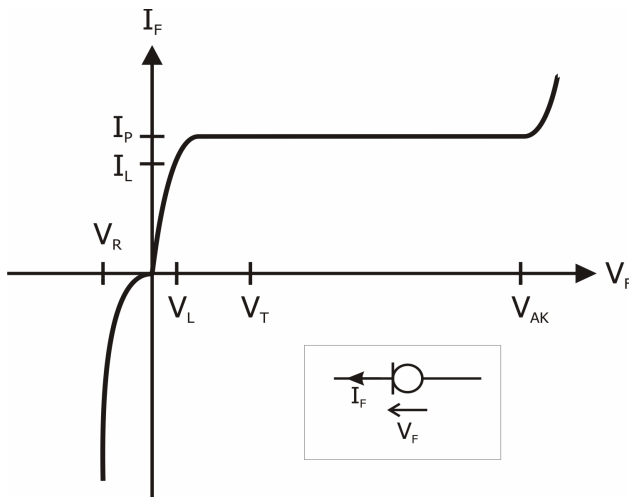


© Mike Deal aka ZoneDancer

Standard-LEDs werden für viele Arten von Beleuchtungen verwendet, z.B. für optische Anzeigen, Signalleuchten, Leuchtreklamen, Display-Hintergrundbeleuchtungen, Möbel- und Innenraum-Leuchten. Darüber hinaus gibt es Ansätze, Leuchtstofflampen („Neonröhren“) durch Standard-LED-Arrays zu ersetzen. Standard-LEDs sind robust, langlebig und kostengünstig in großen Stückzahlen verfügbar. Die Leistungsaufnahme ist mit unter 100mW auf einem sehr niedrigen Niveau und damit auch der Stromverbrauch. Der Betriebsstrom solcher Bauteile liegt in der Regel bei 20mA¹⁾, bei einem Spannungsabfall zwischen 2 und 4V. Im Folgenden wird eine kostengünstige Lösung beschrieben um Standard-LEDs mit Strombegrenzungsdioden der **CLxxMyy**-Reihe von Diotec zu betreiben. Dies sind Bauteile mit 15, 20 oder 40mA und maximal 90V: CL15M35, CL20M35 und CL40M35 im SMA-Gehäuse, und CL15M45, CL20M45 und CL40M45 in SMB.



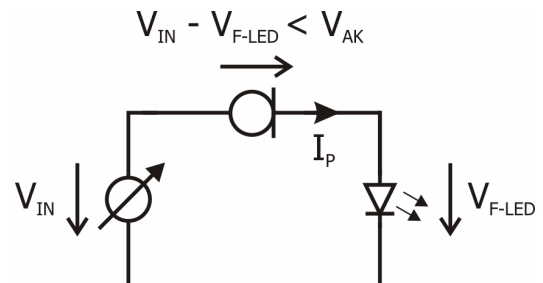
Strombegrenzerdioden (Current Limiting Diodes = CLD)



Eine CLD ist vergleichbar einer Zenerdiode, die eine Spannung über einen großen Zenerstrombereich konstant halten kann. Nur dass hier umgekehrt der Strom über einen weiten Flussspannungsbereich konstant gehalten wird. Das linke Bild zeigt die typische I_F/V_F -Kurve einer solchen CLD, einschließlich des Symbols sowie die Strom-/Spannungs-Definitionen. Beim Anlegen einer positiven Spannung von der Anode zur Kathode (durch Kathodenring gekennzeichnet) steigt der Strom bis auf einen konstanten Wert I_P . Der Anfangspunkt dieses Strombegrenzer-Bereichs wird von der limitierenden Spannung V_L definiert, oberhalb deren $I_L = 80\%$ von I_P erreicht wird. I_P bleibt konstant, bis die maximal zulässige Spannung V_{AK} erreicht wird. Wird diese überschritten, erfolgt ein Abbruch und das Bauteil kann zerstört werden. In Sperrichtung wird die

Spannung V_R recht schnell erreicht. Der Bereich der Betriebsspannung liegt somit zwischen V_L und V_{AK} , innerhalb dessen der Strom auf einem konstanten Wert I_P gehalten wird. In Sperrichtung werden CLDs in der Regel nicht betrieben.

Die CLD kann also dazu verwendet werden, LEDs mit einem konstanten Strom I_P an einer variablen Spannungsquelle V_{IN} zu betreiben, siehe Abbildung rechts. Es muss nur sichergestellt sein, dass die Spannung über der CLD auf einen Wert kleiner V_{AK} begrenzt wird; dies ist die Differenz zwischen V_{IN} und dem Spannungsabfall der LED, V_{F-LED} .



Die **CL20Mxx** ist für einen I_P von 20mA ausgelegt, dem typischen Betriebsstrom für Standard-LEDs; V_{AK} liegt bei 90V. Somit kann diese CLD dazu verwendet werden, eine einzelne LED mit einer Spannungsquelle im Bereich von **10V_{DC} bis 90V_{DC}** anzusteuern. Die **CL40Mxx** weist mit 40mA einen doppelt so hohen Strom I_P auf. CLDs können zur Erhöhung des Begrenzerstromes auch parallel geschaltet werden; damit steigt aber auch die Verlustleistung.

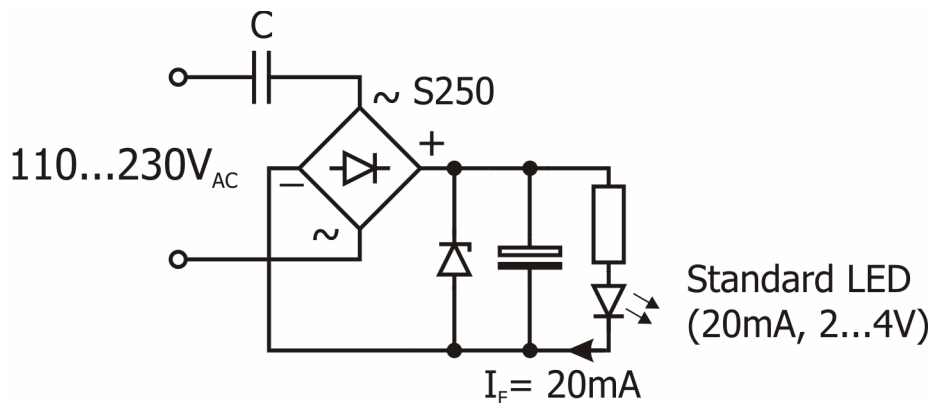
¹ Standard-LEDs müssen von Power-LEDs unterschieden werden, deren Betriebsstrom zwischen 350 und 700mA liegt (siehe Applikationsschrift „**Diotec Products for LED Drivers**“)

Oft steht allerdings nur eine Wechselspannungsquelle zur Verfügung, so dass ein zusätzlicher (Brücken-) Gleichrichter benötigt wird. Ist die Schaltung direkt an das 230V_{AC} Stromnetz angeschlossen, so kann V_{IN} recht hohe Werte annehmen (bis zu 350V). Deshalb erfordern bestehende Schaltungen eine Vielzahl von zusätzlichen Bauteilen, um die Eingangsspannung auf einen akzeptablen Wert zu verringern; zusätzlich werden Elektrolytkondensatoren (Elkos) benötigt um diese Spannung konstant zu halten. Damit sind solche Schaltungen komplex, teuer und weisen durch die verwendeten Elkos nur eine begrenzte Lebensdauer auf.

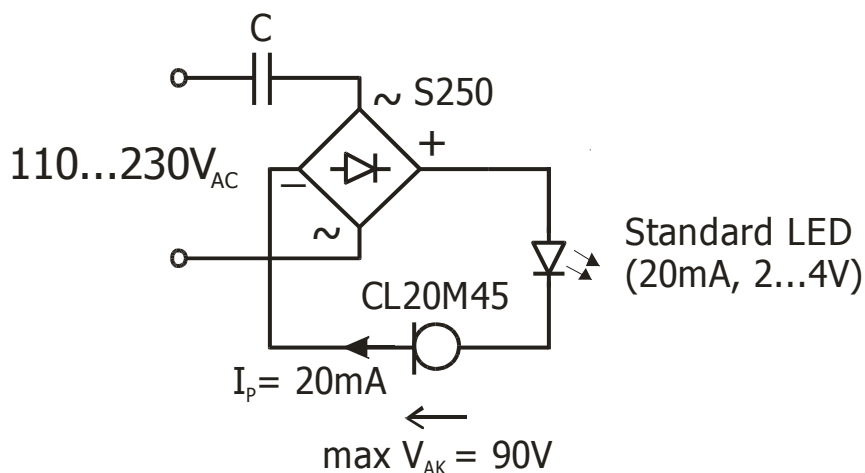
Im Folgenden wird beschrieben, wie mittels lediglich einem Brückengleichrichter, einer oder zwei CLDs, einem LED-Array oder einem Netz-Kondensator eine Schaltung für den direkten Betrieb am 230V_{AC} Stromnetz aufgebaut werden kann.

Schaltungslösung bisher: 5 Komponenten, begrenzte Lebensdauer

Die rechte Abbildung zeigt wie LEDs üblicherweise direkt am Stromnetz betrieben werden. Die Zenerdiode, der Elko und der Leistungswiderstand sorgen für einen konstanten Strom I_F durch die LED. Der Elko weist die geringste Lebensdauer auf und ist damit das zeitlich begrenzende Element. Beim Einschalten kann eine Stromspitze an der Brücke auftreten, hervorgerufen durch die Aufladung des leeren Elkos beim Anlegen der Spannung. Ideal geeignet für solche Anwendungen ist die S250 von Diotec, die über eine sehr hohe Stoßstromfestigkeit von 40A (bei 50Hz) verfügt.



Schaltungslösung neu, Beispiel 1: nur 3 Komponenten und verbesserte Lebensdauer ²⁾



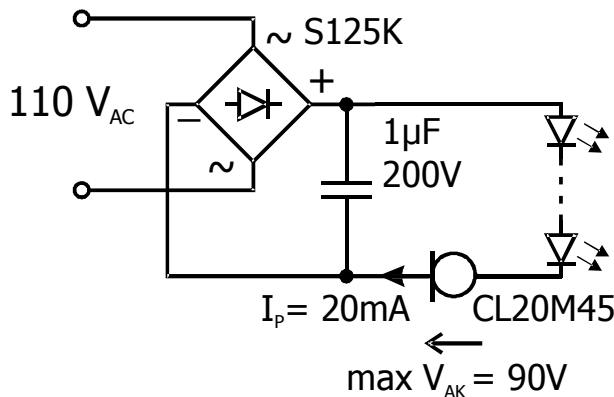
Die Schaltung links benötigt lediglich 3 Komponenten um eine (oder mehrere) Standard LEDs über einen weiten Eingangsspannungsbereich anzusteuern. Der Wechselstrom-Kondensator besitzt den Blindwiderstand $X_C = 1/(2\pi fC)$. Je nach Ausgangsleistung (und damit Eingangs- oder Netzstrom) entsteht ein Spannungsabfall über diesem Blindwiderstand. C muss so gewählt werden, dass der Spannungsabfall genügend groß

ist um ein Überschreiten von V_{AK} an der CLD zu vermeiden.

²⁾ Diese Design-Idee stellt lediglich Applikationsvorschläge vor, nicht geprüfte oder erprobte Schaltungen. Es wird keine Gewähr bezüglich Liefermöglichkeit, Ausführung oder Einsatzmöglichkeit der Bauelemente übernommen, noch dass die angegebenen Bauelemente, Baugruppen, Schaltungen etc. frei von Schutzrechten sind.

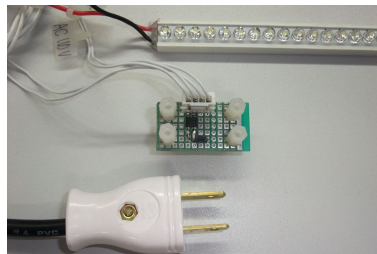
Schaltungslösung neu, Beispiel 2: nur 3 Komponenten zur Ansteuerung von LED-Arrays an 110V_{AC} ³⁾

Hier wird nicht nur eine, sondern eine Reihe (ein Array) von Standard-LEDs verwendet. Der resultierende Spannungsabfall über der LED-Reihe ist groß genug um sicherzustellen, dass V_{AK} nicht überschritten wird. Somit kann durch



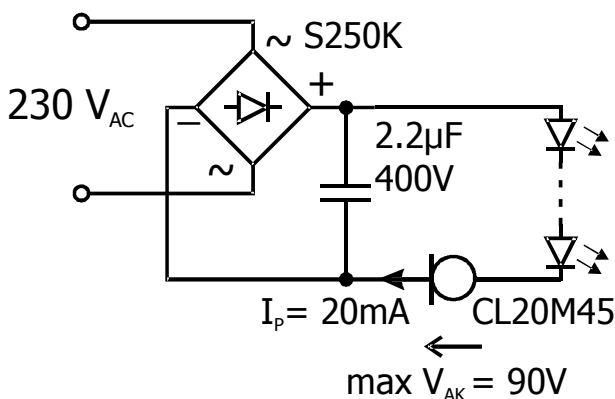
36x white standard LEDs (20mA, typ. 3.2V each)

nur einen Brückengleichrichter und eine einzelne CLD eine komplette LED-Leuchte an 110V_{AC} betrieben werden. Die hier gezeigte Protectifiers®-Brücke S125K hat den Vorteil, dass sie durch ihre erhöhte ESD-Festigkeit einen zusätzlichen Schutz für die LEDs bietet.



LED-Array an 110V_{AC} mit Brückengleichrichter und CLD

Schaltungslösung neu, Beispiel 3: nur 3 Komponenten zur Ansteuerung von LED-Arrays an 230V_{AC} ³⁾



75x white standard LEDs (20mA, typ. 3.2V each)

Das gleiche Schaltungsprinzip, betrieben an 230V_{AC}. Aufgrund der höheren Spitzenspannung werden mehr als doppelt so viele LEDs in Reihe geschaltet. Eine Gleichrichterbrücke komplettiert die Schaltung. Die

gezeigte Protectifiers®-Brücke S250K hat den Vorteil, dass sie durch ihre erhöhte ESD-Festigkeit einen zusätzlichen Schutz für die LEDs bietet.

Es wird empfohlen, eine zusätzliche Netzsicherung für den Fall von unvorhergesehenen Kurzschlüssen einzufügen.

³⁾ Diese Design-Idee stellt lediglich Applikationsvorschläge vor, nicht geprüfte oder erprobte Schaltungen. Es wird keine Gewähr bezüglich Liefermöglichkeit, Ausführung oder Einsatzmöglichkeit der Bauelemente übernommen, noch dass die angegebenen Bauelemente, Baugruppen, Schaltungen etc. frei von Schutzrechten sind.