



# Nowoczesne zapłonniki elektroniczne

## Narzędzie do wspomaganie projektowania elektronicznych ballastów

*Pomimo dynamicznego podbijania rynku oświetleniowego przez LED dużej mocy, świetlówki nadal świetnie się trzymają. Ich los jest co prawda przesądzony, ale dzięki dużemu strumieniowi świetlnemu uzyskiwanemu z jednostki mocy, dobrym parametrom emitowanego światła i szybko malejącej cenie, świetlówki jeszcze długi czas będą dominować na rynku.*

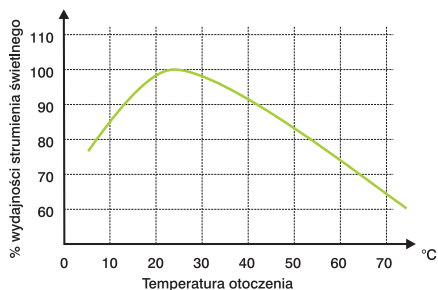
*W artykule pokażemy narzędzie wspomagające tworzenie projektów elektronicznych zapłonników (nazywanych z języka angielskiego ballastami), dzięki którym trwałość świetlówek radykalnie się zwiększa, a jakość emitowanego światła poprawia.*

Współczesne ballasty spełniają zazwyczaj kilka zadań: poza niezbędną dla zadziałania świetlówki funkcją zapłonnika, speł-

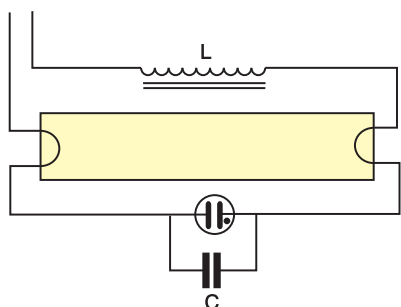
niają one także rolę stabilizatorów napięcia zasilającego, korektora współczynnika mocy (PFC) oraz regulatorów jasności świecenia,

dzięki którym poprawia się komfort korzystania z oświetlenia jarzeniowego. Dość często zapłonniki elektroniczne są wyposażane w kompensatory temperatury otoczenia, dzięki którym strumień świetlny jest niezależny od zmian temperatury, co jest istotne jak widać na **rys. 1**.

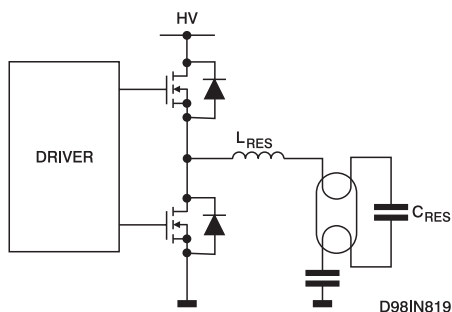
Na **rys. 2** pokazano schemat klasycznego układu zapłonowego świetlówki, składającego się z indukcyjnego statecznika, kondensatora gasikowego zapewniającego jednocześnie zamknięcie obwodu dla prądu zmiennego podczas normalnej pracy świetlówki i kompensację mocy biernej związanej z dużą indukcyjnością dławika. Ostatnim elementem układu pracy świetlówki jest roz-



Rys. 1.



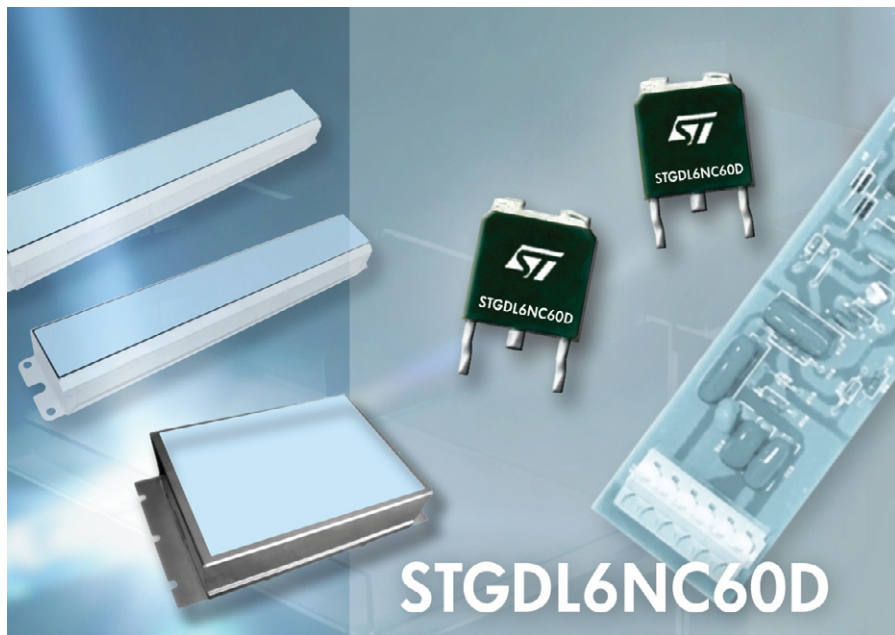
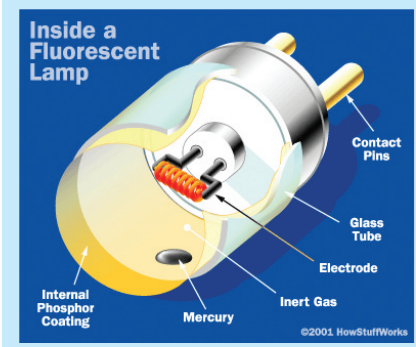
Rys. 2.



Rys. 3.

łącznik bimetaliczny (starter). Konieczność stosowania stateczników (dławików o dużej dobroci i dużej indukcyjności – nawet do 2 H) wynika z mocno nieliniowej charakterystyki prądowo-napięciowej świetlówek: w chwili powstania wyładowania elektrycznego w gazie wypełniającym bańkę świe-

Świetlówka (lampa fluorescencyjna) jest wyładowczą lampą rtęciową. Składa się ona ze szklanej obudowy (o niemal dowolnym kształcie) zakończonej elektrodami. Są one zazwyczaj wykonane z włókien wolframowych pokrytych najczęściej podwójnymi lub potrójnymi węglanami, które po podgrzaniu łatwo emitują elektrony. Od wewnątrz szkło jest powleczone warstwą luminoforu, którego skład chemiczny decyduje o barwie emitowanego światła.



tlówki natężenie płynącego przez nią prądu lawinowo rośnie. Prędkość wzrostu natężenia prądu jest hamowana i stabilizowana po ustaleniu warunków pracy przez statecznik, który pomimo dużej dobroci jest elementem znacznie obniżającym wypadkową sprawność energetyczną źródła światła. Sprawność jest dodatkowo obniżana przez konieczność sztucznego (za pomocą kondensatorów) kompensowania współczynnika mocy.

Inną niedogodnością związaną ze stosowaniem świetlówek jest ich szybka degradacja podczas dość „brutalnego” inicjowania początkowego wyładowania co powoduje, że klasycznie zasilane świetlówki nie są dobrym źródłem światła w miejscach, w których oświetlenie jest często włączane i wyłączane.

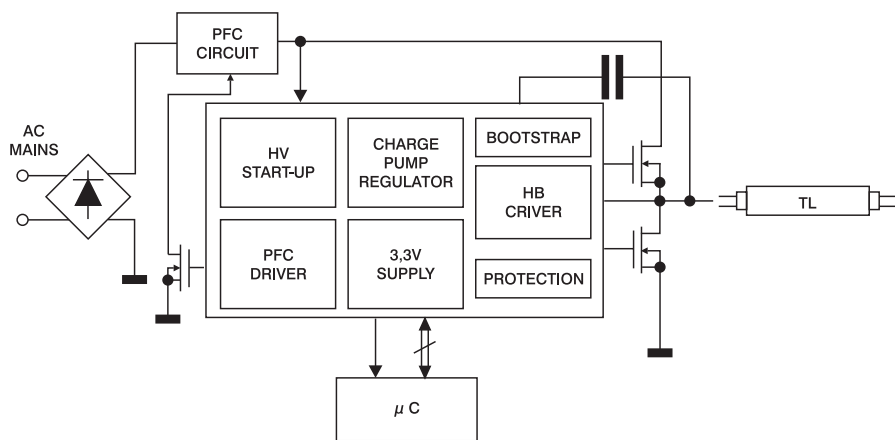
Znacznie bardziej dokuczliwą dla użytkowników cechą świetlówek jest pulsowanie emitowanego przez nie światła w takt zmian napięcia zasilającego – w przypadku zasilania napięciem sinusoidalnym z krajowej sieci energetycznej (50 Hz) w niektórych aplikacjach (jak na przykład oświetlanie stanowisk pracy z wirującymi elementami) korzystanie ze świetlówek – ze względu na zjawisko stroboskopowe – jest wręcz niemożliwe.

### Elektronika na pomoc

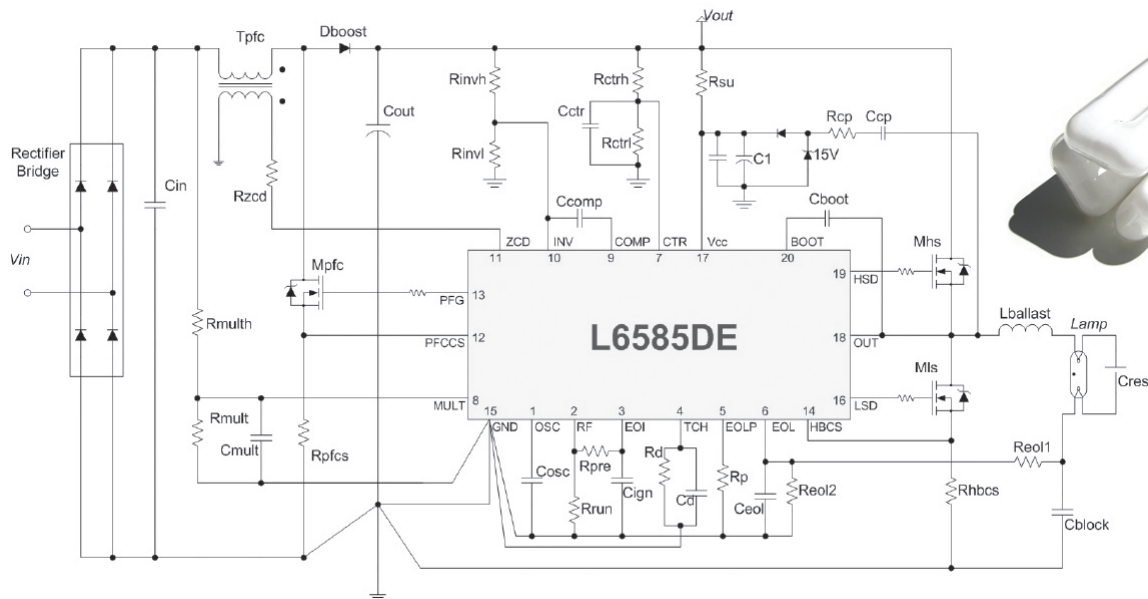
Rozwiązanie większości problemów związanych z zasilaniem świetlówek stało się możliwe dzięki zastosowaniu elektronicznych, wysokoczęstotliwościowych przetwornic zwanymi elektronicznymi zapłonnikami. Są to wyspecjalizowane przetwornice AC/DC wyposażone w sterownik wstępnego nagrzewania katod oraz generator wysokiego napięcia, zazwyczaj z automatycznym detektorem „zapłonu” świetlówki. W przypadku, gdy wyładowanie wewnątrz świetlówki nie zostanie zainicjowane poprawnie, zapłonnik wyposażony w takie detektory samoczynnie podejmą kolejne próby. Innym systemem automatyzującym pracę nowoczesnych zapłonek elektronicznych jest detekcja uszkodzenia katod – w przypadku ich przepalenia lub zwarcia, zapłonnik samoczynnie wyłącza się.

Pierwotnie elektroniczne zapłonnik były wykonywane na elementach dyskretnych, obecnie zdecydowana ich większość jest wykonywana na wyspecjalizowanych układach scalonych (przykład konfiguracji półmostkowej pokazano na rys. 3).

Jednym z producentów mających w ofercie szeroką gamę wyspecjalizowanych ukła-

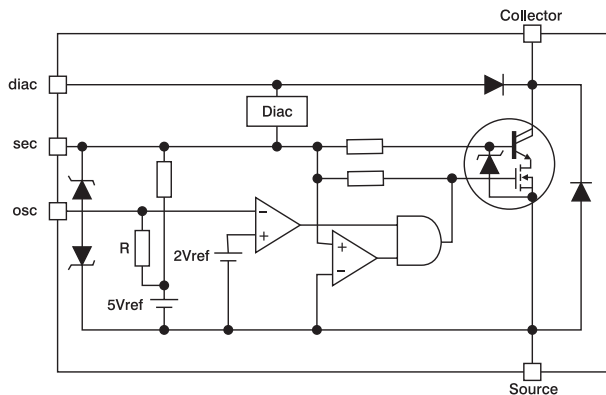


Rys. 4.



Rys. 5.

dów *ballastowych* jest firma STMicroelectronics. Wśród układów oferowanych przez tę firmę są zarówno proste sterowniki zapłonników jak np. L6569 czy L6571, nieco bardziej zaawansowane zapłonniki z możliwością regulacji jasności świecenia – L6574 oraz zaawansowane sterowniki L6585, integrujące zapłonnik oraz aktywny korektor współczynnika mocy. Na rys. 4 pokazano schemat blokowy kompletnego zapłonika wykonanego na układzie L6382D, który jest sterownikiem zapłonika z aktywnym PFC i możliwością współpracy z zewnętrznym mikrokontrolerem. Na



Rys. 6.

rys. 5 widać z kolei aplikację sterowników VK05CFL, które pomimo niepozornego wyglądu są zaawansowanymi, wysokonapięciowymi układami scalonymi (rys. 6). Ofertę

producyjną STMicroelectronics uzupełniają scalone sterowniki do aktywnych korektorów współczynnika mocy L6562, które mogą być stosowane w połączeniu ze sterownikami zapłonników pozbawionymi wewnętrznymi PFC.



Rys. 8.

Konstruktorzy zamierzający stosować w swoich opracowaniach układy oferowane przez STMicroelectronics mogą ułatwić sobie pracę korzystając z dostępnego bezpłatnie, efektywnego programu narzędziowego ST Lighting Designer (publikujemy go na CD-EP5/2009B). Za pomocą tego programu można nie tylko dobrać właściwy typ układu i jego konfigurację pracy do mocy i typu zasilanej świetlówki, ale także uzyskać schemat elektryczny ballastu, kompletny wykaz elementów oraz ustalić parametry charakteryzujące pracę świetlówki w stanie ustalonym.

Producent zaleca następującą kolejność realizacji projektu: zaczynamy od wyboru zakresu napięć zasilających, konfiguracji *ballastu* (czy wyposażony w PFC i/lub regulację jasności), ustalenia sposobu zapłonu lampy oraz wskazania typu zasilanej świetlówki (rys. 7). W środkowej części okna uaktywnione zostaną niektóre (możliwe dla zadanych parametrów) typy układów, spośród których użytkownik wybiera najbardziej dla siebie dogodny (rys. 8). Wynikiem wyboru jest schemat elektryczny zapłonika (rys. 9), lista elementów (rys. 10), wyniki obliczeń

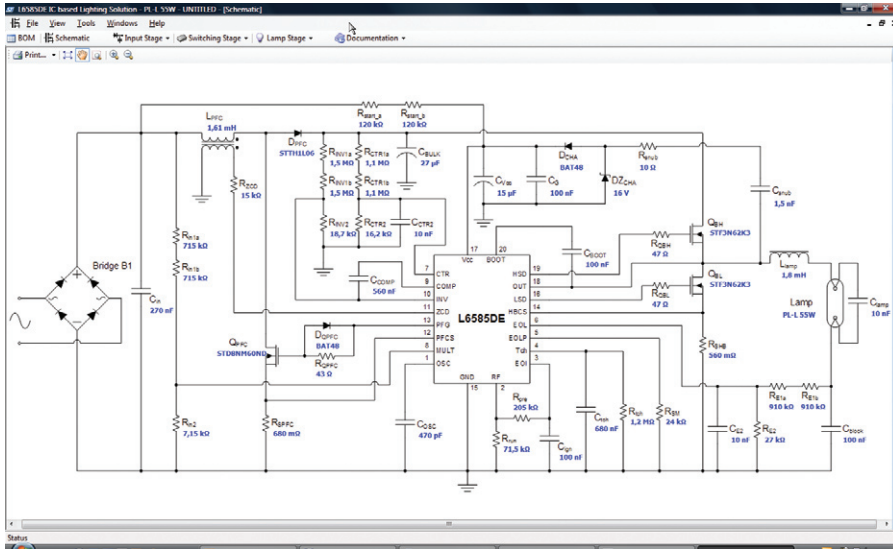


Rys. 7.

charakteryzujące warunki pracy świetlówki (rys. 11), tranzystorów pracujących w stopniu końcowym (rys. 12) z możliwością wyboru dogodnego typu z listy sugerowanych (rys. 13), podobnie dla zintegrowanego stop-

nia PFC (rys. 14) oraz dławika pracującego w stopniu PFC (rys. 15). Niebagatelną zaletą prezentowanego programu jest zapewnienie automatycznego dostępu do dokumentacji związanej z podzespołami wybranymi do re-

alizacji projektu (rys. 16). Podsumowaniem wstępnych kroków przygotowania projektu mogą być symulowane przebiegi w charakterystycznych punktach zapłonika, czego przykład pokazano na rys. 17.

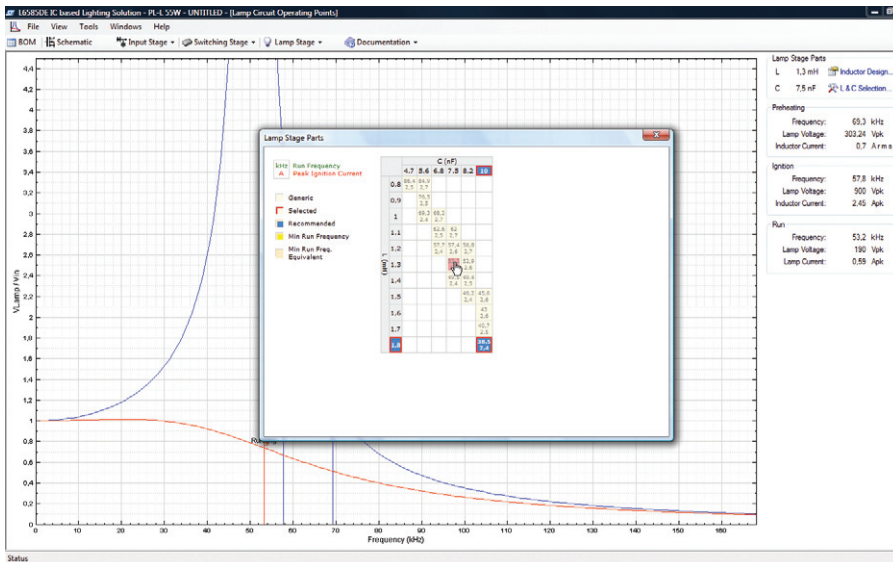


Rys. 9.

PL-L 55W Bill of Material

Quantity	Type	Reference	Value	Rating
1	Capacitor	Cin	270 nF	
2	Resistor	Rin1a; Rin1b	715 kΩ	
1	Resistor	Rin2	7.15 kΩ	
1	Inductor	Lfc	1.61 mH	E25/F6; Ipp=0.45; N1=26; N2=20; AWG=27
1	Resistor	Rfcd	15 kΩ	
1	PMOS	Qm1	STP3N62K3	Tj=126.50 °C; Tjmax=125.37 °C; Pavg=0.4 mW
1	Resistor	Rspc	680 mΩ	
1	Diode	D1	STTH105	
2	Diode	D2a; D2b	8A748	
1	Resistor	Rsp1	43 Ω	
2	Resistor	Rin1a; Rin1b	1.8 MΩ	
1	Resistor	Rin2	18.7 kΩ	
1	Capacitor	Ccomp	560 nF	
1	Capacitor	Cv1	27 μF	
2	Resistor	Rch1a; Rch1b	1.1 MΩ	
1	Resistor	Rch2	14.2 kΩ	
3	Capacitor	Cd1; Cd2; Clamp	10 nF	
1	Capacitor	Cv2	18 μF	
4	Capacitor	Cg; Cboot; Cgr; Cboot	100 nF	
1	Diode	D1	STTH105	
1	Resistor	Rinub	10 Ω	
1	Capacitor	Cinub	1.5 nF	
2	Resistor	Rin1a; Rin1b	120 kΩ	
1	IC	L6585DE		
3	PMOS	Qm1; Qm2; Qm3	STP3N62K3	
2	Resistor	Rsp1; Rsp2	47 Ω	
1	Resistor	Rinb	560 mΩ	
1	Capacitor	Cosc	470 pF	

Rys. 10.



Rys. 11.

Switching Stage Refinements

Dimensioning criteria	target	actual	Switching PMOS selection
Preating Frequency	50.7 kHz	51.1 kHz	Tj 70 °C Tj max 130 °C
Run Frequency	38.5 kHz	38.3 kHz	Max. Power Losses 1.5 % lamp power = 840 mW
Cosc	470 pF		<input checked="" type="checkbox"/> Auto Selected <input type="checkbox"/> Custom
Ignition Time	60 ms	62 ms	Device: STP3N62K3
Protection Time	200 ms	183 ms	Tj 115.07 °C
Preleading Time	1 s	1 s	Tc 110.56 °C
FOL window	150 mV		Power Losses 721 mW
PMOS Turn Off	80 ns	80 ns	

Main parts:

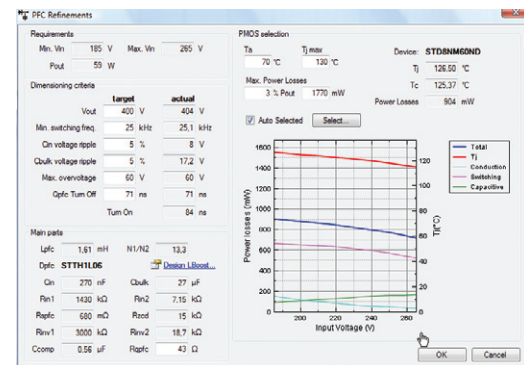
Fbr	205 kΩ	Rin	71.5 kΩ
Cgr	100 nF		
Cch	580 nF	Rch	1.2 MΩ
Hdr1	2.2 MΩ	Ho1	1.82 MΩ
Hdr2	16.2 kΩ	Ho2	27 kΩ
Rbm	24 kΩ	Rbb	47 Ω

Rys. 12.

PMOS Selection

Part Number Package	Vds	Rds(on) (max) @ 25°C	Rth(j-c)	Tj	Power Losses	Rth(j-a) (max)
STP3N62K3 DPAK	620 V	2.5 Ω	Rth(j-c) 100 °C/W Tj 130 °C		781 mW	74 °C/W
STU3N62K3 DPAK	620 V	2.5 Ω	Rth(j-c) 100 °C/W Tj 130 °C		781 mW	74 °C/W
STP3N62K3 TO-220PP	620 V	2.5 Ω	Rth(j-c) 62.5 °C/W Tj 115.07 °C		721 mW	-
STB3N62K3 DPAK	620 V	2.5 Ω	Rth(j-c) 62.5 °C/W Tj 115.07 °C		721 mW	-
STP3N62K3 TO-220	620 V	2.5 Ω	Rth(j-c) 2.78 °C/W Tj 113.06 °C		721 mW	-
STB3N62K3 DPAK	620 V	1.28 Ω	Rth(j-c) 100 °C/W Tj 106.01 °C		360 mW	-
STU3N62K3 DPAK	620 V	1.28 Ω	Rth(j-c) 1.39 °C/W Tj 105.51 °C		360 mW	-
STP3N62K3 TO-220PP	620 V	1.28 Ω	Rth(j-c) 62.5 °C/W Tj 90.5 °C		328 mW	-
STB3N62K3 TO-220	620 V	1.28 Ω	Rth(j-c) 1.39 °C/W Tj 90.5 °C		328 mW	-

Rys. 13.



Rys. 14.

PFC Inductor Design

L: 1.61 mH, Pcu max: 0.68 W

Ims: 0.392 A, KΔ: 0.5

Ipk: 1.706 A, Bmax: 250 mT

Core: Series E, Name E25/9/6, Auto Selected

Parameters:

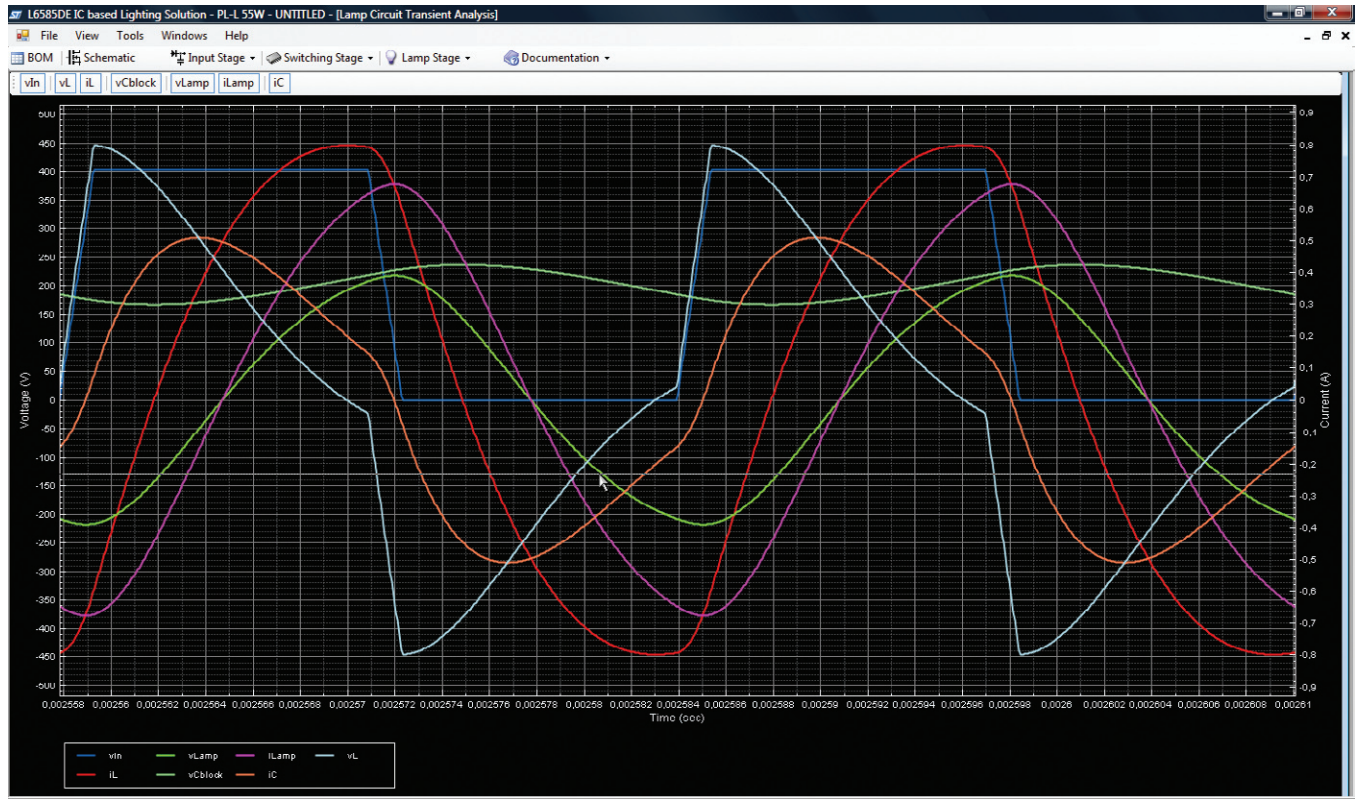
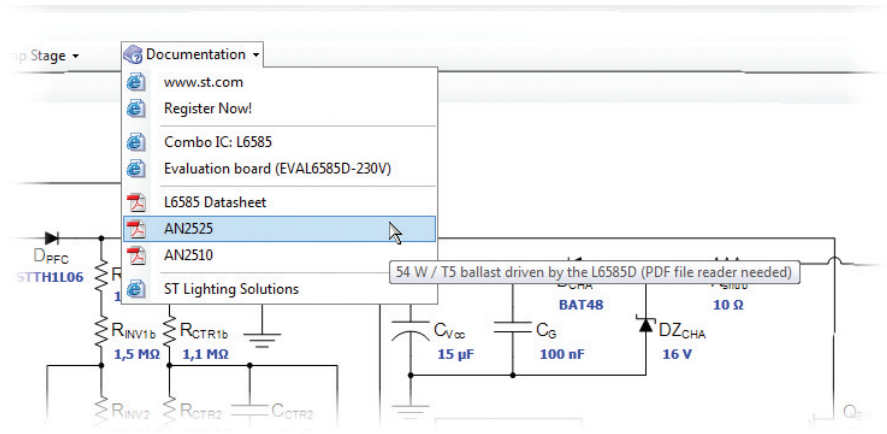
- Lgap: 2.45 mm
- N1: 266, N2: 20
- AWG: 27, Ø 0.361 mm
- Current density: 3.83 A/mm<sup>2</sup>

Rys. 15.

**Podsumowanie**

W tym krótkim przeglądzie widać, że układy znajdujące się w ofercie firmy STMicroelectronics spełniają wymagania niemal wszystkich typowych aplikacji świetłowych. Zastosowane w nich nowoczesne (także technologicznie) rozwiązania oraz duża skala integracji (także elementów wysokonapięciowych) powodują, że wykonanie wysokiej jakości „inteligentnego” ballastu jest zadaniem relatywnie łatwym do wykonania. Pomaga w tym ST Lighting Designer, którego przetestowanie polecamy wszystkim Czytelnikom zainteresowanym elektronizacją systemów oświetleniowych.

Andrzej Gawryluk Rys. 16.



Rys. 17.

R E K L A M A

# Modułowe oświetlacze LED

## seria AVT1501...1503

Dostępne wersje:  
(wszystkie kolory)  
SERIA AVT1501 1x3 LED  
SERIA AVT1502 1x9 LED  
SERIA AVT1503 3x3 LED

[www.sklep.avt.pl](http://www.sklep.avt.pl)