

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 245102 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **441327**

(22) Data zgłoszenia: **2022.05.30**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.12.04 BUP 49/2023**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.05.13 WUP 20/2024**

(51) MKP:

H05B 45/10 (2020.01)

A61L 2/10 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:
POLITECHNIKA ŚLĄSKA, Gliwice, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:
JACEK CHEĆIŃSKI, Katowice, PL
ZDZISŁAW FILUS, Zabrze, PL
JERZY FIOŁKA, Gliwice, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Katarzyna Borkowy, Gliwice, PL

(54) Tytuł:

Sposób zasilania diod LED UV-C w lampie dezynfekcyjnej o mocy czynnej do 25W zasilanej z sieci 230V AC

PL 245102 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób zasilania diod LED UV-C w lampie dezynfekcyjnej o mocy czynnej do 25W zasilanej z sieci 230V AC, mający zastosowanie w branży medycznej do sterylizacji powietrza w pomieszczeniach produkcyjnych, szpitalach czy branży, farmaceutycznej, przemyśle przetwórczym żywności, gdzie lampy, bakteriobójcze UV-C są używane do odkażania materiałów opakowaniowych do żywności, środków produkcji czy odkażania powietrza.

Obecnie na rynku konsumenckim dostępne są wiruso- i bakteriobójcze lampy LED UV-C jako zamienniki lamp wyładowczych UV-C z trzonkiem E14 i E27. Są to zmodernizowane lampy LED, w których diody emitujące światło białe zostały zamienione na diody emitujące promieniowanie w zakresie UV-C. Zastosowane przez producentów modyfikacje ograniczają się do skrócenia łańcucha szeregowo połączonych diod LED, tak aby zsumowane spadki napięć dopasować do istniejącego już układu zasilania (diody ultrafioletowe charakteryzują się znacząco wyższym napięciem przewodzenia U_F). Takie lampy nie pozwalają wykorzystać w pełni możliwości, jakie stwarzają diody LED UV-C w zakresie swobody kształtowania przebiegu czasowego strumienia światła (radiacji). Skuteczność dezynfekcyjna lamp UV-C zależy od czasu emisji i średniej mocy emitowanego przez nie promieniowania przypadającego na jednostkę powierzchni. Badania naukowe dowodzą, że nie tylko uśredniona wartość mocy, ale również sam kształt przebiegu czasowego mocy chwilowej promieniowania ma istotny wpływ na zdolność niszczenia patogenów. W przypadku dwóch źródeł promieniowania UV-C, o tej samej charakterystyce widmowej i mocy średniej, skuteczniejsze w niszczeniu patogenów, np. tworzeniu dimerów pirymidynowych degradujących łańcuchy RNA i DNA, jest źródło emitujące promieniowanie ultrafioletowe z okresowo wyższą wartością mocy chwilowej. Układ zasilania i sterowania w takiej lampie powinien zapewnić emisję promieniowania, w którym proporcja maksymalnej mocy chwilowej do mocy średniej (P_{MAX}/P_{AVR}) jest możliwie duża.

Z polskiego opisu zgłoszeniowego P.405890 znana jest lampa LED i sposób zasilania diody LED, który polega na tym, że co najmniej jedną parę diod LED połączonych równolegle przeciwsobnie zasilają prądem przemiennym. Lampa LED według powyższego wynalazku może być zasilana dowolnym zasilaczem prądowym ZA, który wytwarza prąd przemienny o wartości niezależnej od obciążenia, które stanowią połączone równolegle dwa szeregi diod LED D, przy czym polaryzacja jednego szeregu diod LED D jest odwrócona względem polaryzacji drugiego szeregu diod LED D.

Z europejskiego opisu EP2458939 znany jest obwód oświetleniowy LED, który generuje napięcie zasilania wymagane do oświetlenia LED poprzez zwiększenie napięcia zasilania. Obwód oświetlenia LED zawiera obwód zasilania, który jest utworzony integralnie z obwodem oświetlenia LED i dostarcza napięcie zasilania. Obwód oświetlenia LED zawiera ponadto obwód sprzężenia zwrotnego, który wykrywa prąd LED płynący do LED i przesyła prąd LED z powrotem do obwodu zasilania. Obwód zasilania steruje napięciem zasilania dostarczonym do obwodu oświetlenia LED tak, aby prąd LED zbiegał się do wartości docelowej.

Z innego europejskiego opisu patentowego EP04028174 znana jest lampa bakteriobójcza na promieniowanie UV-C do obróbki medium promieniowaniem UV-C, żeby niszczyć zawarte w nim mikroorganizmy, z co najmniej jednym promiennikiem UV-C, który posiada wydłużony korpus otoczony elastyczną osłoną przepuszczającą promieniowanie UV-C, z co najmniej jednym przyłączem elektrycznym i cokołem; utrzymującym promiennik UV-C, przy czym promiennik UV-C w strefie jego elektrycznych przyłączy jest zalany w cokole materiałem zalewowym, która ma umieszczonym w cokole zaciskiem promiennik UV-C (2), który jest zabezpieczony przed mimowolnym wyjęciem względnie wypadnięciem z cokołu, gdy został już usunięty z cokołu materiał zalewowy.

Typowy bezkondensatorowy układ zasilania lampy LED UV-C w obudowie z trzonkiem E14 lub E27 zabezpieczony bezpiecznikiem F-1, składa się z prostownika (mostka Graetza), pojedynczego łańcucha szeregowo połączonych diod LED UV-C oraz stabilizatora prądu płynącego przez diody. W chwili t_{ON} , w której wyprostowane przez mostek Graetza napięcie sieci 230 VAC przekroczy wartość napięcia przewodzenia łańcucha diod LED ($n \cdot U_F$) zostaje spolaryzowany stabilizator prądu i w układzie zaczyna płynąć prąd o stałej wartości I . Dalszy wzrost napięcia wejściowego nie wpływa na zmianę prądu, powoduje tylko odłożenie się pozostałego napięcia, tj. $U = U_R - n \cdot U_F$, na stabilizatorze (gdzie U_R – to wyprostowane napięcie na wyjściu mostka Graetza, n – to liczba szeregowo połączonych diod LED UV-C, natomiast U_F – to spadek napięcia na pojedynczej diodzie przez którą płynie prąd o wartości I). Najistotniejsze jest ustawienie wartości prądu I stabilizatora oraz dobranie odpowiedniej długości łańcucha diod LED (liczby n), co ma przełożenie na wartość czasu t_{ON} , oraz wpływa na parametry elektryczne lampy.

W całym zakresie możliwych nastaw t_{ON} (tj.: 0–5 ms) jego wartość nie może przekroczyć 2,53 ms, wynika to z regulacji prawnych dopuszczających sprzedaż lampy UV-C na rynku europejskim (wymagania normy PN-EN IEC 61000-3-2:2019 zharmonizowanej z dyrektywą EMC). W lampach dezynfekcyjnych korzystniej jest stosować układy zasilające diody UV-C powodujące pulsacyjną emisję promieniowania (np. błyski), w której proporcja maksymalnej mocy chwilowej do mocy średniej (P_{MAX}/P_{AVR}) jest możliwie duża, przykładowo dla klasycznego układu lampy LED UV-C największa wartość P_{MAX}/P_{AVR} $t_{ON} = 2,53$ ms i wyniesie: $P_{MAX}/P_{AVR} = 2,02$.

Niedogodnością powyższych rozwiązań znanych ze stanu techniki jest mało efektywne wykorzystanie możliwości diod UV-C, czego główną przyczyną jest długotrwałe wymuszenie jednej wartości płynącego przez nie prądu, które skutkuje niską proporcją emitowanej mocy chwilowej promieniowania ultrafioletowego do mocy średniej, co przedkłada się na dłuższy czas dezynfekcji i większe zużycie energii elektrycznej przez lampę UV-C.

Zagadnieniem technicznym wymagającym rozwiązania jest opracowanie nowego sposobu zasilania diody LED UV-C w lampach dezynfekcyjnych zasilanych z sieci 230V AC o mocy czynnej do 25 W.

Cel ten osiągnięto poprzez zastąpienie dotychczas stosowanego prądu zasilania jednoschodkowego, dwusiodkowym prostokątnym przebiegiem prądu $i_{IN}(t)$ pobieranego z sieci 230V AC.

Sposób zasilania diod LED, UV-C w lampie dezynfekcyjnej zasilanej z sieci 230V AC polega na tym, że kształtuje prąd pobierany przez lampę z sieci 230V AC jako przebieg prostokątny dwusiodkowy, w którym chwile czasu załączenia i wyłączenia pierwszego schodka (progu) w przebiegu prądowym wynoszą $0,0615 \cdot T$ oraz $0,4385 \cdot T$, natomiast chwile czasu załączenia i wyłączenia drugiego schodka (progu) w przebiegu prądowym wynoszą $0,194 \cdot T$ oraz $0,306 \cdot T$, przy czym wszystkie podane wartości czasów liczone są od poprzedzającego je momentu, w którym przebieg napięciowy sieci 230V AC (przebieg sinusoidalny $u_{IN}(t)$ o okresie $T = 20$ ms) przechodzi przez zero.

Korzystnie w sposobie zasilania diod LED UV-C w lampie dezynfekcyjnej według wynalazku proporcja wartości kolejnych schodków (progów) w każdym półokresie przebiegu czasowego prądu pobieranego przez lampę z sieci 230V AC ma się jak 1 do 3,69.

Korzystnie w sposobie zasilania diod LED UV-C w lampie dezynfekcyjnej według wynalazku poprzez bezpiecznik F-1 napięcie sieci 230 VAC doprowadza się do zacisków prądu przemiennego mostka Graetza zasilającego gałęzie szeregowo połączonych diod LED UV-C z układem stabilizatorów prądu (5) i (6), przy czym ilość diod LED UV-C w każdej gałęzi wyznacza się jako całkowitą część z wyrażenia:

$$n_1 = \text{int} \left(\frac{\sqrt{2} \cdot 230V \cdot \sin[\omega \cdot (0,0615 \cdot T)]}{U_{F1}} \right) = \text{int} \left(\frac{\sqrt{2} \cdot 230V \cdot \sin[\omega \cdot (0,4385 \cdot T)]}{U_{F1}} \right) \approx \text{int} \left(\frac{122V}{U_{F1}} \right)$$

w gałęzi (3) oraz

$$n_2 = \text{int} \left(\frac{\sqrt{2} \cdot 230V \cdot \sin[\omega \cdot (0,194 \cdot T)]}{U_{F2}} \right) = \text{int} \left(\frac{\sqrt{2} \cdot 230V \cdot \sin[\omega \cdot (0,306 \cdot T)]}{U_{F2}} \right) \approx \text{int} \left(\frac{305V}{U_{F2}} \right)$$

w gałęzi (4),

gdzie:

ω oraz T to pulsacja i okres sieci zasilającej 230V AC,

U_{F1} wartość napięcia przewodzenia diod LED UV-C dla prądu przewodzenia I_A

U_{F2} wartość napięcia przewodzenia diod LED UV-C dla prądu przewodzenia I_B

przy czym U_{F1} oraz U_{F2} odczytane są z noty katalogowej stanowią zmierzone wartości napięcia przewodzenia użytych diod LED UV-C, przy czym ustawiona wartość prądu I_A na stabilizatorze (5) oraz wartość prądu I_B ustawiona na stabilizatorze (6) spełnia równanie: $(I_A + I_B)/I_A = 3,69$ w każdym wariancie mocy czynnej lampy dezynfekcyjnej.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania został przedstawiony na rysunku, na którym Fig. 1 przedstawia optymalny przebieg dwusiodkowego prądu zasilania $i_{IN}(t)$, którego parametry zostały dobrane dla uzyskania korzystnie wysokiej wartości $P_{MAX}/P_{AVR} = 3,55$ przy równoczesnym spełnieniu wymogów normy PN-EN IEC 61000-3-2:2019 zharmonizowanej z europejską dyrektywą EMC. Fig. 2 przedstawia przykładowy schemat układu realizującego sposób zasilania diod LED UV-C, Fig. 3 przedstawia wykresy zmian THD oraz B_k/B_l w zależności od wartości t_{ON} przebiegu prądowego jednosiodkowego $i_{IN}(t)$.

Przykład

W układzie zasilającym diody LED UV-C napięcie sieci zasilającej 230VAC, poprzez bezpiecznik F-1 (1), doprowadzone jest do zacisków prądu przemiennego mostka Graetza (2). Wyprostowane napięcie (zacisk „plus” mostka Graetza) zasilą gałęzie (3) i (4) szeregowo połączonych (w kierunku przewodzenia) diod LED UV-C wraz z układami stabilizatorów prądu (5) i (6), poprzez które końce obu gałęzi podłączone są do wspólnego zacisku „minus” mostka Graetza (2). Liczbę diod LED UV-C n_1 i n_2 w każdej gałęzi wyznacza się jako całkowitą część wyrażenia:

$$n_1 = \text{int} \left(\frac{\sqrt{2} \cdot 230V \cdot \sin[\omega \cdot (0,0615 \cdot T)]}{U_{F1}} \right) = \text{int} \left(\frac{\sqrt{2} \cdot 230V \cdot \sin[\omega \cdot (0,4385 \cdot T)]}{U_{F1}} \right) \approx \text{int} \left(\frac{122V}{U_{F1}} \right)$$

w gałęzi (3) oraz

$$n_2 = \text{int} \left(\frac{\sqrt{2} \cdot 230V \cdot \sin[\omega \cdot (0,194 \cdot T)]}{U_{F2}} \right) = \text{int} \left(\frac{\sqrt{2} \cdot 230V \cdot \sin[\omega \cdot (0,306 \cdot T)]}{U_{F2}} \right) \approx \text{int} \left(\frac{305V}{U_{F2}} \right)$$

w gałęzi (4), gdzie: ω oraz T to pulsacja i okres sieci zasilającej 230V AC, natomiast U_{F1} i U_{F2} oraz to odczytane z noty katalogowej (lub zmierzone) wartości napięcia przewodzenia użytych diod LED UV-C (U_{F1} dla prądu przewodzenia I_A , natomiast U_{F2} dla prądu przewodzenia I_B). Jako stabilizatory prądu I_A (5) i I_B (6) mogą być wykorzystane monolityczne układy scalone np. SM2082. Wartości prądów I_A oraz I_B ustawia się sposobem opisanym w nodzie katalogowej wybranego stabilizatora dla osiągnięcia wybranej przez producenta mocy czynnej pobieranej przez lampę UV-C z sieci 230 VAC:

$$P_{czynna} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} \cdot 230V \cdot (I_A \cos[\omega \cdot (0,0615 \cdot T)] + I_B \cos[\omega \cdot (0,194 \cdot T)])$$

z zastrzeżeniem, że jej wartość nie może przekroczyć 25W, oraz że wartość proporcji: $(I_A+I_B)/I_A$ wyniesie 3,69 (Fig. 1).

Każda lampa LED UV-C podłączona do sieci 23 VAC musi spełnić wymagania zawarte w obowiązujących normach. W przypadku lamp z prostokątnym przebiegiem prądu zasilania najtrudniejsze do spełnienia są warunki przedstawione w normie PN-EN IEC.61000-3-2:2019 zharmonizowanej z dyrektywą EMC. Przepisy te precyzują maksymalne dopuszczalne poziomy harmonicznych prądu wejściowego, w zależności od mocy oraz typu odbiornika podłączonego do jednofazowej sieci 230VAC. Zgodnie z normą PN-EN IEC 61000-3-2:2019 lampy (w tym lampy UV) zaliczane są do bardzo restrykcyjnej klasy G. W rozdziale 7.4.3 zostały jednak przedstawione złagodzone kryteria dla lamp o mocy czynnej z zakresu 5–25W. Zgodnie z tymi zapisami konieczne jest spełnienie przynajmniej jednej z trzech grup wymagań. Dla prostokątnego kształtu przebiegu prądu wejściowego najbardziej odpowiedni jest zestaw przedstawiony w trzeciej grupie wymagań. Zgodnie z nim całkowita zawartość THD (ang. Total Harmonic Distortion) prądu zasilania nie powinna być większa od 70%, natomiast amplitudy wyszczególnionych harmonicznych w proporcji do amplitudy harmonicznej podstawowej nie powinny przekraczać: druga harmoniczna 5%, trzecia 35%, piąta 25%, siódma 30%, a dziewiąta i jedenasta 20%. Prostokątny jednoschodkowy przebieg prądu zasilania $i_N(t)$ nie posiada parzystych harmonicznych, natomiast nieparzyste harmoniczne określone są wzorem (1):

$$(1) \quad B_k = 4 \cdot \frac{I_A}{k\pi} \cdot \cos k\omega t_{ON}$$

dla $k = 1, 3, 5, 7, 9, 11, \dots$, gdzie $|B_k|$ – amplitudy nieparzystych harmonicznych, ω – pulsacja sieci 230VAC. Proporcje kolejnych harmonicznych w stosunku do amplitudy harmonicznej podstawowej (B_k/B_1) określa wyrażenie (2):

$$(2) \quad B_k / B_1 [\%] = \frac{\cos k\omega t_{ON}}{k \cdot \cos \omega t_{ON}} \cdot 100\%$$

dla $k = 3, 5, 7, 9, 11, \dots$. Ujemna wartość tego wyrażenia, która wystąpi dla pewnych zakresów zmian t_{ON} , sygnalizuje przesunięcie fazowe 180 stopni k -tej harmonicznej względem podstawowej. Na podstawie przytoczonych równań można wyznaczyć wartość parametru THD zdefiniowanego wzorem (3):

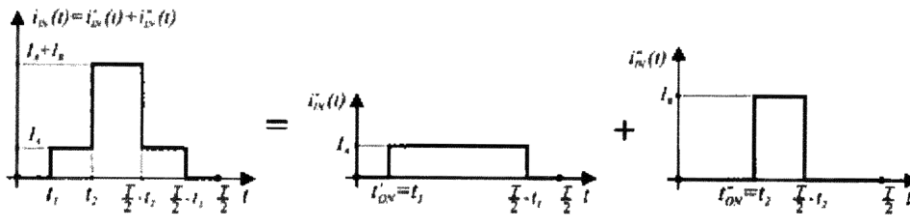
$$(3) \quad THD = \frac{\sqrt{I_{RMS}^2 - \frac{B_1^2}{2}}}{\frac{B_1}{\sqrt{2}}} = \sqrt{\frac{\pi^2 \left(1 - 4 \frac{t_{ON}}{T}\right)}{8 \cos^2 \omega t_{ON}} - 1}$$

gdzie: I_{RMS} – wartość skuteczna prądu wejściowego, B_1 – amplituda pierwszej harmonicznej, T – okres napięcia sieci 230V AC ($T = 20$ ms). Na Fig. 3 przedstawiono wykresy zmian THD oraz procentowe proporcje B_k/B_1 w zależności od przyjętej wartości t_{ON} . Analizując wykresy Fig. 3 łatwo wykazać, że dla stosowanego obecnie w lampach dezynfekcyjnych układu zasilania diod LED wartość czasu t_{ON} nie może przekroczyć 2,53 ms. Nastąpiłoby wówczas przekroczenie jednego z określonych w normie PN-EN IEC 61000-3-2:2019 limitów, tj. $|B_3/B_1| > 0,35$ co uniemożliwiłoby sprzedaż lampy na europejskim rynku. Najlepsza do uzyskania proporcja mocy maksymalnej do mocy średniej, przy granicznej wartości $t_{ON} = 2,53$ ms, wyniesie tylko $P_{MAX}/P_{AVR} = 2,02$.

Sposób według wynalazku zakłada użycie układu zasilającego diody LED UV-C w lampach o mocy czynnej do 25W zasilanych z sieci 230V AG, przy którym jednak, finalny przebieg czasowy prądu zasilającego lampę $i_{IN}(t)$ będzie miał postać przebiegu prostokątnego, dwusiodkowego o ściśle określonych parametrach przedstawionych na Fig. 1. Przy takim kształcie przebiegu prądu zasilającego lampę dezynfekcyjną, możliwe jest uzyskanie, najkorzystniejszej wartości proporcji $P_{MAX}/P_{AVR} = 3,55$ i pełnej zgodności z norm PN-EN IEC 61000-3-2:2019, podwyższona zostanie do 82,7%, sprawność energetyczna układu zasilania, definiowana jako stosunek mocy elektrycznej dostarczonej, diodom LED do całkowitej mocy elektrycznej pobieranej przez lampę. Przebieg czasowy prądu przedstawiony na Fig. 1 można przedstawić jako składający się z dwóch prostokątnych przebiegów składowych $i_{IN}(t) = i'_{IN}(t) + i''_{IN}(t)$. Dla wykazania zgodności opracowanego w wynalazku przebiegu prądu z normą PN-EN IEC 61000-3-2:2019 można skorzystać z wcześniej przytoczonych wzorów: (1) i (2). Oczywistym jest, że harmoniczne finalnego przebiegu są sumą harmonicznych przebiegów składowych. Zakładając jednakowo wagowy ($1/2$) wpływ składowych na końcowe wartości $B_k/B_1 = 1/2 \cdot B'_k/B'_1 + 1/2 \cdot B''_k/B''_1$ konieczne staje się spełnienie warunku $1/2 \cdot B_1 = B'_1 = B''_1$ co można przedstawić wzorem (4):

$$(4) \quad \frac{I_B}{I_A} = \frac{\cos \omega t_1}{\cos \omega t_2}$$

gdzie: t_1 – chwila załączenia w przebiegu $i_{IN}(t)$ schodka o wartości I_A , t_2 – załączenie schodka o wartości $I_A + I_B$. Ważne jest wybieranie takich wartości t_1 i t_2 , dla których istotne pary $1/2 \cdot B'_k/B'_1$ oraz $1/2 \cdot B''_k/B''_1$ będą miały znaki przeciwne, co wpływa na zmniejszenie końcowej wartości proporcji $|B_k/B_1|$. Analizę harmonicznych przebiegu dwusiodkowego można rozpatrywać jako sumę harmonicznych dwóch przebiegów jednosiodkowych, a po uwzględnieniu znaku każdej z nich (tj. przesunięcia fazowego 0 lub 180 stopni), znaleźć optymalne wartości czasów t_1 i t_2 , dla których spełnione zostaną warunki na B_k/B_1 określone w normie PN-EN IEC 61000-3-2:2019. Ze wszystkich par t_1 i t_2 spełniających przedstawione wcześniej warunki najkorzystniejszą będzie ta, w której wartość czasu t_2 będzie największa. Wówczas czas trwania drogiego schodka ($1/2 \cdot T - 2 \cdot t_2$) jest najkrótszy, a wartość chwilowa emitowanego promieniowania (radiacji) korzystnie największa.



Przebieg dwuszkodkowy jako suma przebiegów jednoszkodkowych

Nie można jednak posłużyć się tym samym sposobem, sumowania dla wyznaczania THD . Wartość zniekształceń nieliniowych przebiegu $i_{IN}(t)$ z Fig. 1 będzie różnić się od zsumowanej wartości THD przebiegów składowych $i'_{IN}(t)$ oraz $i''_{IN}(t)$. Wzór (5) określa THD dla przebiegu dwuszkodkowego przy spełnieniu warunków na I_A oraz I_B określonych wzorem (4),

$$(5) \quad THD = \sqrt{\frac{\pi^2}{32} \left(\frac{1-4\frac{t_1}{T}}{\cos^2 \omega t_1} + \frac{1-4\frac{t_2}{T}}{\cos^2 \omega t_2} + 2 \cdot \frac{1-4\frac{t_2}{T}}{\cos \omega t_1 \cdot \cos \omega t_2} \right) - 1}$$

Wzór (6) wyznacza sprawność energetyczną η układu zasilania z dwuszkodkowym przebiegiem $i_{IN}(t)$, definiowaną jako procentową proporcję mocy przekazywanej do diod LED UV-C wobec całkowitej mocy czynnej pobieranej przez lampę z sieci 230VAC. Przy jego opracowaniu przyjęto następujące założenia: wartość I_A oraz I_B spełniają warunki określone wzorem (4), natomiast stabilizatory prądu pracują poprawnie już od minimalnej wartości napięcia (tj. $U_{STABIL_min} \approx 0$).

$$(6) \quad \eta = \pi \cdot \left[\frac{t_2 - t_1}{T} \tan \omega t_1 + \left(\frac{1}{4} - \frac{t_2}{T} \right) \cdot \left(\frac{\sin \omega t_2}{\cos \omega t_1} + \tan \omega t_2 \right) \right] \cdot 100\%$$

Wyznaczone wartości parametrów lampy LED UV-C, która została wyposażona w optymalny układ zasilania diod LED UV-C, kształtujący przebieg prądu zasilającego lampę $i_{IN}(t)$ zgodnie z wykresem przedstawionym na Fig. 1, zamieszczono w tabeli 1. Uzyskano znacząco wyższe wartości P_{MAX}/P_{AVR} (okresowa maksymalna moc chwilowa doprowadzona do diod LED w odniesieniu do mocy średniej) oraz sprawności energetycznej η , niż byłoby to możliwe w klasycznym układzie lampy dezynfekcyjnej.

Tabela 1. Wartości parametrów lampy z przebiegiem prądowym przedstawionym na Fig. 1

$t_1 =$ $t_2 =$ [T=20ms]	$\frac{B_3}{B_1}$	$\frac{B_5}{B_1}$	$\frac{B_7}{B_1}$	$\frac{B_9}{B_1}$	$\frac{B_{11}}{B_1}$	THD [%]	$\frac{I_A + I_B}{I_A}$	$\frac{P_{MAX}}{P_{AVR}}$	η [%]
$0,0615 \cdot T$ $0,194 \cdot T$	-0,349	0,247	-0,20	-0,06	0,07	53,4	3,69	3,55	82,7

Zaletą rozwiązania według wynalazku jest uzyskanie krótkich i silnych impulsów promieniowania o dużej wartości mocy chwilowej powiększającej proporcję P_{MAX}/P_{AVR} do wartości 3,55, co przyczynia się do zwiększenia skuteczności działania oraz polepszenia sprawności energetycznej η lampy dezynfekcyjnej, przy czym η to wyrażony w procentach stosunek mocy przekazywanej do diod LED UV-C do całkowitej mocy czynnej pobieranej przez lampę z sieci 230VAC.

	Kształt prądu $i_{IN}(t)$ pobieranego z sieci 230VAC (w najkorzystniejszym wariantcie)	Maksymalnie wartość parametru	
Klasyczny sposób zasilania diod LED UV-C (kształtujący w każdym półokresie przebieg prądu pobieranego przez lampę z sieci 230VAC jako przebieg prostokątny jednoschodkowy)		$\frac{P_{MAX}}{P_{AVR}} = 2,02$	$\eta = 79,1 \%$
Sposób zasilania diod LED UV-C według wynalazku (kształtujący w każdym półokresie przebieg prądu pobieranego przez lampę z sieci 230VAC jako przebieg prostokątny dwuschodkowy)		$\frac{P_{MAX}}{P_{AVR}} = 3,55$	$\eta = 82,7 \%$

Porównanie wartości P_{MAX}/P_{AVR} oraz sprawności układu zasilania klasycznej bezkondensatorowej lampy LED UV-C z jednoschodkowym przebiegiem prądu zasilania $i_{IN}(t)$ przy $t_{ON}=2,53\text{ms}$ oraz lampy z dwuschodkowym przebiegiem $i_{IN}(t)$.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób zasilania diod LED UV-C w lampie dezynfekcyjnej zasilanej z sieci 230V AC **znamienny tym**, że kształtuje prąd pobierany przez lampę z sieci 230V AC jako przebieg prostokątny dwuschodkowy, w którym chwile czasu załączenia i wyłączenia pierwszego schodka – progu w przebiegu prądowym wynoszą $0,0615 \cdot T$ oraz $0,4385 \cdot T$, natomiast chwile czasu załączenia i wyłączenia drugiego schodka – progu w przebiegu prądowym wynoszą $0,194 \cdot T$ oraz $0,306 \cdot T$, przy czym wszystkie podane wartości czasów liczone są od poprzedzającego je momentu, w którym przebieg napięciowy sieci 230V AC, tzn. przebieg sinusoidalny $u_{IN}(t)$ o okresie $T = 20 \text{ ms}$, przechodzi przez zero.
2. Sposób zasilania diod LED UV-C w lampie dezynfekcyjnej według zastrz. 1 **znamienny tym**, że proporcja wartości kolejnych schodków – progów w każdym półokresie przebiegu czasowego prądu pobieranego przez lampę z sieci 230V AC ma się jak 1 do, 3,69.
3. Sposób zasilania diod LED UV-C w lampie dezynfekcyjnej według zastrz. 1 **znamienny tym**, że poprzez bezpiecznik F-1 (1) napięcie sieci 230 VAC doprowadza się do zacisków prądu przemiennego mostka Graetza (2) zasilającego gałęzie (3) i (4) szeregowo połączonych diod LED UV-C z układami stabilizatorów prądu (5) i (6), przy czym ilość diod LED UV-C w każdej gałęzi wyznacza się jako całkowitą część z wyrażenia: tzn. w gałęzi (3):

$$n_1 = \text{int} \left(\frac{\sqrt{2} \cdot 230V \cdot \sin[\omega \cdot (0,0615 \cdot T)]}{U_{F1}} \right) = \text{int} \left(\frac{\sqrt{2} \cdot 230V \cdot \sin[\omega \cdot (0,4385 \cdot T)]}{U_{F1}} \right) \approx \text{int} \left(\frac{122V}{U_{F1}} \right)$$

oraz w gałęzi (4):

$$n_2 = \text{int} \left(\frac{\sqrt{2} \cdot 230V \cdot \sin[\omega \cdot (0,194 \cdot T)]}{U_{F2}} \right) = \text{int} \left(\frac{\sqrt{2} \cdot 230V \cdot \sin[\omega \cdot (0,306 \cdot T)]}{U_{F2}} \right) \approx \text{int} \left(\frac{305V}{U_{F2}} \right)$$

gdzie:

ω oraz T to pulsacja i okres sieci zasilającej 230V AC,

U_{F1} wartość napięcia przewodzenia diod LED UV-C dla prądu przewodzenia I_A

U_{F2} wartość napięcia przewodzenia diod LED UV-C dla prądu przewodzenia I_B

przy czym U_{F1} oraz U_{F2} odczytane są z noty katalogowej stanowią zmierzone wartości napięcia przewodzenia użytych diod LED UV-C, przy czym ustawiona wartość prądu I_A na stabilizatorze (5) oraz wartość prądu I_B ustawiona na stabilizatorze (6) spełnia równanie: $(I_A + I_B)/I_A = 3,69$ w każdym wariancie mocy czynnej lampy dezynfekcyjnej.

Rysunki

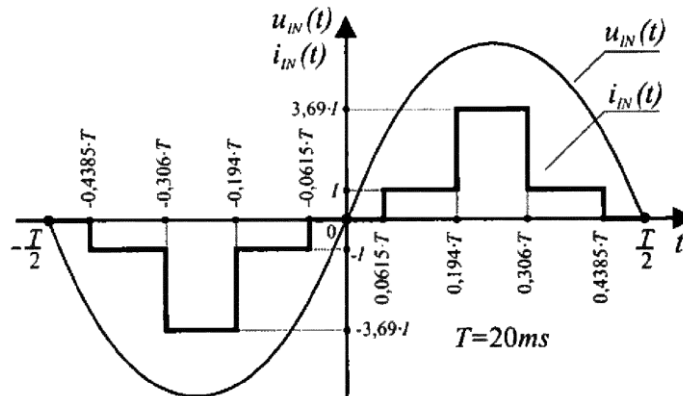


Fig.1

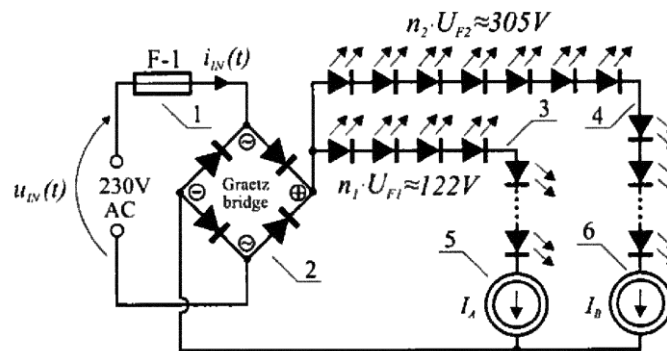


Fig.2

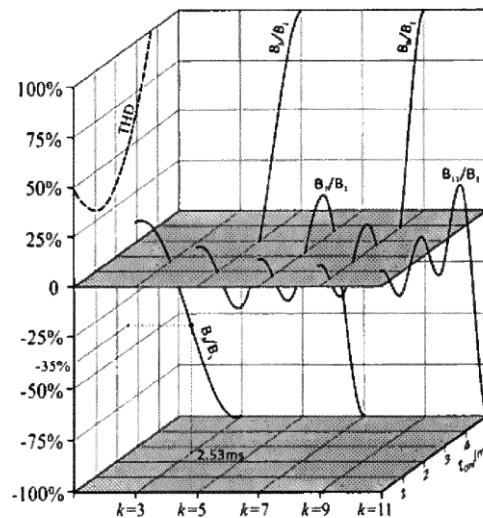


Fig.3