

Rangkaian Penyuplai Lampu Led Menggunakan Metode Switching String

Sry Defi¹, Faizal Arya Samman¹, Rhiza S, Sadjad¹

¹Department of Electrical Engineering
University of Hasanuddin, Makassar, Sulawesi Tengah, Indonesia
srydefi96@gmail.com, faizalas@unhas.ac.id, rhiza@unhas.ac.id

Abstrak — Penelitian ini menyajikan kinerja led driver berdasarkan simulasi dengan menggunakan pemrograman SPICE. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah rangkaian led driver dengan meminimalisir komponen dan menghasilkan keluaran arus dan tegangan yang konstan. Berdasarkan pengujian yang dilakukan menggunakan parameter yang ditentukan, karakteristik rangkaian ini mampu menunjukkan kemampuan dalam menurunkan tegangan. Tegangan masukan yang diberikan sebesar 220V, pengujian dilakukan untuk mengetahui tegangan keluaran yang mampu dihasilkan pengendalian PWM berdasarkan variasi dutycycle, inductor dan capacitor. Pada hasil simulasi pengukuran arus dan tegangan disajikan sebagai keandalan rangkaian led driver yang baik dengan keluaran 36V dan arus 30mA sesuai dengan spesifikasi led yang digunakan. Hasil penelitian menunjukkan tingkat efisiensi yang tinggi yaitu 98.5% sehingga dapat diimplementasikan dalam pengembangan sistem aplikasi penyuplai lampu Led.

Kata kunci – Led driver, PWM, Tegangan keluaran, multi output

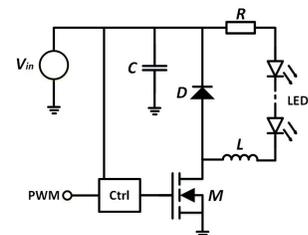
I. PENDAHULUAN

Beberapa tahun terakhir, Light Emitting Diode (LED) telah meningkat di berbagai aplikasi, seperti rumah dan industri, lampu lalu lintas, atau aplikasi otomotif[1], karena menampilkan beberapa keunggulan dibandingkan sumber cahaya yang biasa digunakan seperti sebagai lampu pijar, halogen, atau lampu neon[2]. Keunggulannya dari segi masa pakai yang lebih lama, konsumsi daya rendah, ketahanan, komponen ramah lingkungan, peredupan halus, dan kemanjuran bercahaya yang luar biasa [3]. Sebagai hasil dari pertumbuhan pesat dalam aplikasi LED, permintaan pada sirkuit driver yang sesuai telah meningkat. Sirkuit driver LED dibagi menjadi tipe linier dan tipe sakelar. Rangkaian linear hemat biaya dan lebih sederhana, namun efisiensinya tergantung dari rasio konversi tegangan. sirkuit ini digunakan untuk aplikasi daya rendah [4-5]. Sebaliknya, Rangkaian mode-sakelar dapat menaikkan efisiensi daya. sirkuit ini digunakan untuk aplikasi daya yang tinggi.

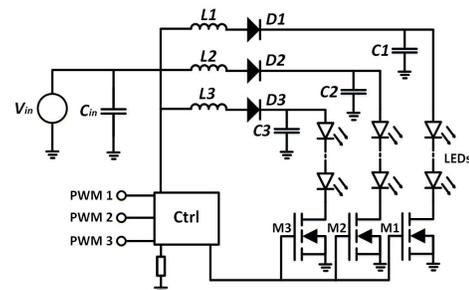
Dalam hal efisiensi daya, menerapkan rangkaian driver mode-sakelar mempunyai kelebihan lebih besar dibandingkan dengan regulator linier [6]. Secara khusus, energi yang efisien dapat dilihat sebagai parameter kunci dalam merancang driver LED. Driver LED dapat melindungi LED dari fluktuasi tegangan atau arus. Perubahan tegangan dapat menyebabkan

perubahan arus yang disuplai ke LED. Oleh karena itu, terlalu banyak atau terlalu sedikit arus dapat menyebabkan output cahaya bervariasi atau menurun lebih cepat karena suhu yang lebih tinggi di dalam LED.

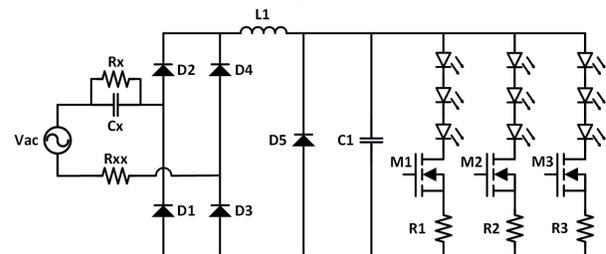
Untuk memancarkan output cahaya yang seragam, dan akurasi tinggi dalam menjaga arus tetap konstan pada periode yang luas [7-8], maka akan dirancang sebuah sirkuit driver dengan inputan 220VAC dan beberapa string output LED menggunakan Single inductor multiple output (SIMO) untuk meminimalisir komponen dan teknik Pulse width Modulation (PWM). PWM dipilih karena memberikan fleksibilitas peredupan lebih baik untuk LED dibandingkan dengan teknik peredupan dc lainnya [9].



Gambar 1 Topologi single output [10]



Gambar 2 Topologi multi output [11]



Gambar 3 rangkaian led driver yang diusulkan

Single Inductor Multiple Output) digunakan pada rangkaian yang diusulkan untuk meminimalisir penggunaan komponen karena pada dasarnya disetiap string rangkaian led driver menggunakan komponen inductor seperti yang terlihat pada gambar 2, sehingga komponen yang digunakan banyak, membutuhkan biaya dan tempat. Untuk meminimalisir hal tersebut, tiga inductor yang digunakan pada masing-masing string dijadikan satu yang bisa mem backup semua string.

II. PENELITIAN TERKAIT

Guirguis Z dan Abdelmessih, melakukan penelitian menggunakan metode IBFC (Integrated Buck Flyback Converter). Dalam penelitiannya, untuk mengetahui kemungkinan peningkatan efisiensi rangkaian, berkisar 85-89%. Namun, makalah ini mengusulkan peningkatan yang lebih baik pada rangkaian dengan mendesain ulang sistem jika Lb dan Lm keduanya dinaikkan menjadi 120H dan 300H secara bersamaan, efisiensinya mencapai 92,77% peningkatan efisiensi sebesar 3%.

Mahsa Shirinzad, Saeed Soleimani, dan Ehsan Adib melakukan penelitian menggunakan metode Switched. Dalam penelitiannya, menyajikan Sirkuit Driver LED Resonan Soft Switched Tunggal, Menggunakan topologi satu tahap dan mengurangi jumlah komponen, membuat driver LED yang diusulkan ini cocok untuk aplikasi yang sensitif terhadap biaya. Hasil simulasi yang disajikan memverifikasi analisis teoritis converter 12V/60V disajikan.

Ravindranath Tagore Yadlapalli dan Dr. Anuradha Kotapati melakukan penelitian menggunakan metode Quadratic Buck Converter. Dalam penelitiannya untuk memverifikasi kinerja Quadratic buck converter (QBC) sebagai driver LED. Pengoperasian frekuensi switching yang lebih tinggi mengurangi ukuran komponen tetapi dengan konsekuensi kerugian switching yang meningkat dan efisiensi yang berkurang. Hasil simulasi, mengkonversi 311V-170V dan analisis efisiensi diperoleh kisaran 70-80%.

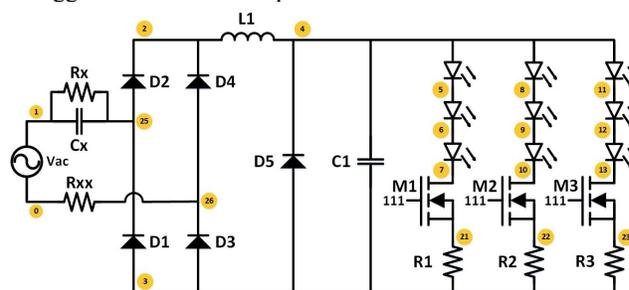
Jongbok Baik, dan Suyong Chae melakukan penelitian menggunakan Metode control switched. Dalam penelitiannya mengusulkan driver LED satu tahap berdasarkan topologi buck terbalik, menggunakan sakelar kontrol jalur arus. Rangkaian yang diusulkan terdiri dari rangkaian kontrol, dioda jembatan, dan konverter buck terbalik dengan beberapa sakelar yang terhubung ke LED secara paralel. Hasil yang diperoleh menunjukkan nilai PF 0,94 dan efisiensi 94%.

Denis C. Pereira, Wesley J. de Paula, Pedro L. Tavares melakukan penelitian menggunakan Metode multilevel (N-cell, N-inductor). Dalam penelitiannya mengusulkan driver LED berdasarkan konsep NCNI untuk mencapai fluks bercahaya ekstra tinggi pada lampu sorot luar ruang. Analisis simulasi fokus pada kelayakan konverter untuk aplikasi arus tinggi. Driver ini telah menghadirkan efisiensi keseluruhan hampir 90%.

III. METODELOGI

Dalam pembahasan berikut menyajikan model rangkaian yang akan disimulasikan. Rangkaian tersebut dimodelkan dengan penambahan node-node ditiap titik sambung.

Pengukuran tegangan beserta arus dapat dimasukkan kedalam sistem pengujian berdasarkan algoritma pengujian menggunakan software PSpice.



Gambar 4 rangkaian led driver dengan node

Komponen penyearah gelombang penuh (diode full bridge) berfungsi untuk merubah tegangan AC ke DC, komponen diode fast recovery untuk mengamankan arus feedback akibat proses switching, komponen inductor digunakan untuk menyimpan energi ketika sakelar dihidupkan, capacitor sebagai filter/penghilang noise (gangguan gelombang), mosfet sebagai switching saklar daya yang menghidupkan (on) dan mematikan (off) sistem, resistor sebagai pengontrol arus pasif yang menjaga arus dan tegangan dalam kisaran yang ditentukan karena led mempunyai batasan arus dan tegangannya.

kinerja rangkaian led driver terkonfirmasi oleh perangkat lunak PSpice dengan parameter-parameter konverter ditunjukkan pada tabel 1 dan parameter led pada tabel 2.

TABEL 1

PARAMETER RANGKAIAN

Parameter	Value	Unit
Input Voltage	220	V
Input frequency	50	Hz
Inductor	1	mH
Capacitor	66	μ f
Resistor	10	Ω

TABEL 2

PARAMETER LED

Parameter	Value	Unit
Voltage	12	V
Current	30	mA
Temp	100	C

Berdasarkan sirkuit led driver yang diusulkan, nilai tegangan keluaran 36VDC yang dibutuhkan, dapat diatur dengan cara merubah nilai duty cycle dari saklar semikonduktor (MOSFET). MOSFET yang digunakan pada rangkaian ini bertindak sebagai saklar yang dapat membuka dan menutup rangkaian, sehingga arus 30mA dengan tegangan 36VDC dapat dicapai dan dikendalikan dengan dutycycle. Besarnya nilai dutycycle yang diinginkan dapat diatur menggunakan pengendalian pulse width modulation (PWM).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

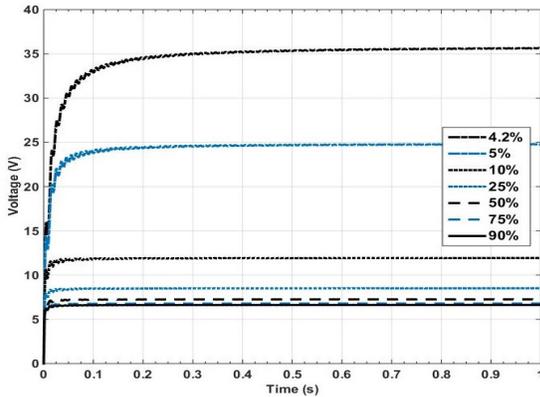
Dalam pengujian ini dilakukan berdasarkan variasi dutycycle, variasi inductor dan variasi capacitor. nilai output arus dan tegangan dapat dianalisis berdasarkan grafik respon terhadap waktu untuk dapat menghasilkan output tegangan dan output arus yang sesuai pada spesifikasi LED.

A. Karakteristik Respon Berdasarkan Variasi Dutycycle

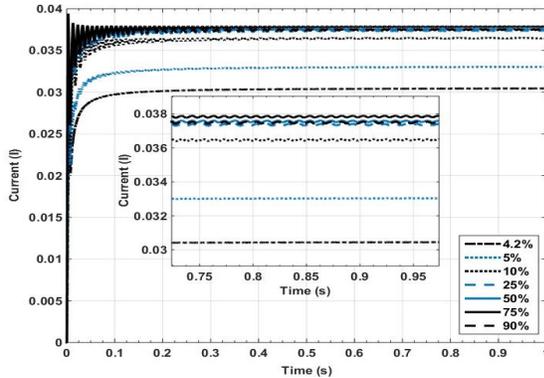
Tabel 4 menyajikan hasil pengukuran berdasarkan simulasi menggunakan variasi dutycycle,

TABEL 3
HASIL SIMULASI DENGAN RESPON DUTYCYCLE

DutyCycle (%)	Input (V)	Output Current (mA)	Output Voltage (V)
4.2	220	30.447	35.626
5		33.024	24.766
10		36.459	11.926
25		37.358	8.5065
50		37.549	7.2544
75		37.838	6.7859
90		37.487	6.6196



Gambar 5 hasil simulasi tegangan keluaran berdasarkan variasi dutycycle



Gambar 6 hasil simulasi arus keluaran berdasarkan variasi dutycycle

Seperti yang terlihat pada grafik diatas hasil simulasi menunjukkan bahwa tegangan keluaran akan semakin menurun ketika nilai dutycycle yang diberikan semakin besar.

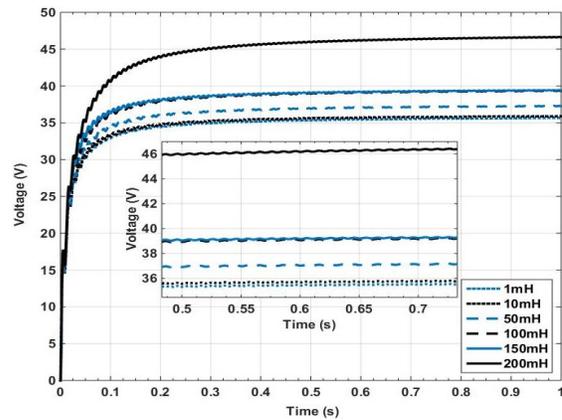
Berbeda dengan arus keluarannya, semakin besar nilai dutycycle yang diberikan maka semakin besar pula arus yang dihasilkan.

B. Karakteristik Respon Berdasarkan Variasi Inductor

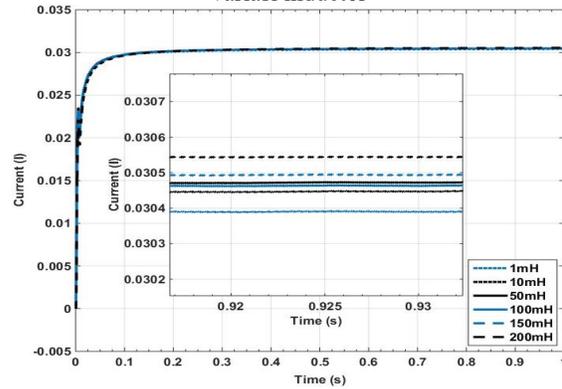
Pengujian selanjutnya menggunakan inductor yang bervariasi, mulai dari 1mH sampai 200mH.

TABEL 4
HASIL SIMULASI DENGAN RESPON INDUCTOR

Inductor (mH)	Input (V)	Output Current (mA)	Output Voltage (V)
1	220	30.397	35.626
10		30.454	35.884
50		30.478	37.252
100		30.470	39.321
150		30.497	39.391
200		30.552	46.614



Gambar 7 hasil simulasi tegangan keluaran berdasarkan variasi inductor



Gambar 8 hasil simulasi arus keluaran berdasarkan variasi inductor

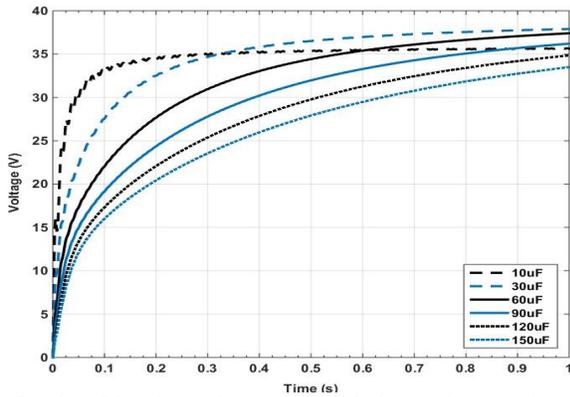
Seperti yang terlihat pada grafik diatas hasil simulasi menunjukkan bahwa tegangan keluaran akan semakin meningkat ketika nilai pada inductor yang diberikan semakin besar, sedangkan untuk arus keluarannya tetap di range tigapuluh satu koma sekian sekian. Jadi, nilai inductor hanya berpengaruh besar pada output tegangan.

C. Karakteristik Respon Berdasarkan Variasi Capacitor

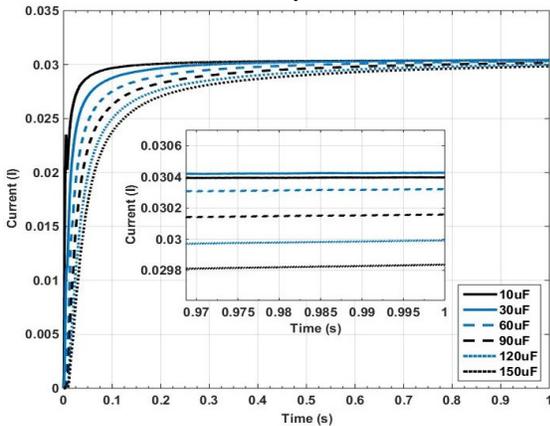
Pengujian berikut ini menggunakan variasi capacitor mulai dari 10uF hingga 150uF.

TABEL 5
HASIL SIMULASI DENGAN RESPON CAPACITOR

Capacitor (uF)	Input (V)	Output Current (mA)	Output Voltage (V)
10	220	30.396	35.626
30		30.427	37.889
60		30.321	37.399
90		30.157	36.199
120		29.991	34.843
150		29.836	33.492



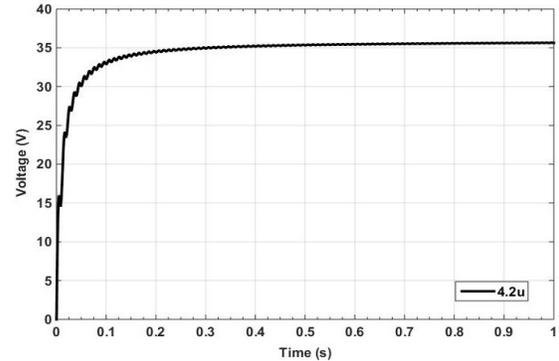
Gambar 9 hasil simulasi tegangan keluaran berdasarkan variasi capacitor



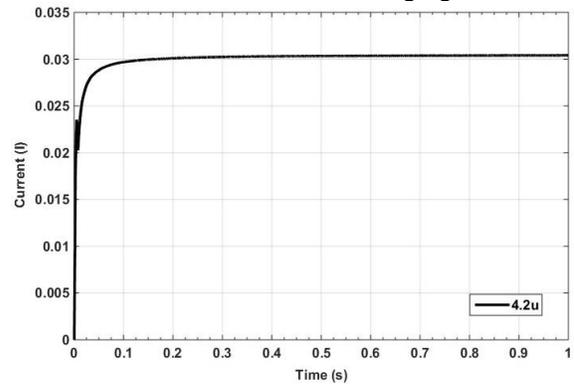
Gambar 10 hasil simulasi arus keluaran berdasarkan variasi capacitor

Berdasarkan grafik diatas menunjukkan bahwa hasil simulasi variasi capacitor dengan tegangan keluaran naik turun, tidak seperti tegangan output pada variasi dutycycle yang semakin menurun dan pada variasi inductor yang semakin meningkat tegangan outputnya. sedangkan untuk arus keluaran variasi capacitor ini sama dengan inductor, tetap di range tiga puluh satu koma sekian sekian. Jadi, nilai capacitor juga hanya berpengaruh pada output tegangan.

Hasil pengujian berdasarkan variasi dutycycle, variasi inductor dan variasi capacitor tersebut yang memiliki keluaran arus dan tegangan yang ingin dicapai berada pada nilai 4.2% dutycycle, 1mH inductor dan 10uF capacitor, sehingga arus 30mA dengan tegangan 36V telah tercapai seperti yang terlihat pada grafik dibawah :



Gambar 11 hasil simulasi keluaran tegangan led driver



Gambar 12 hasil simulasi keluaran arus led driver

D. Effisiensi Rangkaian Led Driver

$$P_{in} = V_{in} \cdot I_{in}$$

$$P_{out} = V_{out} \cdot I_{out}$$

$$\eta = \frac{\text{Daya output}}{\text{Daya input}} \times 100\% = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$\frac{3.3988}{3.4486} \times 100\% = 98.5\%$$

Berdasarkan nilai daya input dan daya output diatas diambil dari hasil perhitungan simulasi pada rangkaian led driver dan kemudian dijumlahkan berdasarkan rumus efisiensi sehingga menghasilkan efisiensi sebesar 98.5%.

V. CONCLUSIONS

Makalah ini menyajikan rangkaian penyuplai tegangan pada lampu led. Pengujian dilakukan menggunakan simulasi

sebagai referensi pembuatan sistem aplikasi penggerak led. Untuk meminimalisir penggunaan komponen, Single Inductor Multiple Output digunakan pada rangkaian ini karena hanya dengan menggunakan satu inductor saja mampu membackup semua string pada rangkaian tanpa harus menggunakan inductor disetiap string lagi. Selanjutnya, Pengujian dilakukan pada tahapan simulasi menggunakan pengendalian switching PWM (Pulse Width modulation), tahap pertama dilakukan berdasarkan karakteristik variasi dutycycle, tahap kedua berdasarkan variasi inductor, dan tahap ketiga berdasarkan karakteristik variasi capacitor. Dengan inputan pada rangkaian sebesar 220VAC serta ouput yang ingin dicapai 36V dan arus 30mA berdasarkan spesifikasi led yang digunakan, dalam pengujian menggunakan variasi dutycycle rangkaian ini mampu menghasilkan arus dan tegangan yang ingin dicapai dengan nilai dutycycle 4.2%, nilai inductor 1mH dan nilai capacitor 10uF. Selanjutnya membahas tentang efisiensi pada rangkaian, berdasarkan nilai daya input dan daya output hasil simulasi rangkaian led driver ini berhasil menghasilkan efisiensi yang cukup tinggi yaitu sebesar 98.5%.

REFERENSI

- Applications”, International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICEI), May 2017.
- [15] Dênis C. Pereira, Wesley J. de Paula, Pedro L. Tavares,” Current Multilevel Pfc Buck Rectifier Applied To A High-Power Cob Led Driver”, Brazilian Power Electronics Conference (COBEP), Nov 2017.
- [16] Jongbok Baek, Suyong Chae,” Single-Stage Buck-Derived LED Driver With Improved Efficiency and Power Factor Using Current Path Control Switches”, IEEE Transactions on Industrial Electronics, Volume: 64, Issue: 10, Oct. 2017
- [1] Crawford, M., LEDs for Solid-State Lighting: Performance Challenges and Recent Advances. Selected Topics in Quantum Electronics, IEEE Journal of, 2009. 15: p. 1028-1040.
- [2] Lohaus, L., et al. Energy efficient current control technique for driving high power LEDs. in PRIME 2012; 8th Conference on Ph.D. Research in Microelectronics & Electronics. 2012.
- [3] Chiu, H., et al., A High-Efficiency Dimmable LED Driver for Low-Power Lighting Applications. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 2010. 57(2): p. 735-743.
- [4] D. Yu, N. Ning, S. Wu, et al., “A High Power Factor AC LED Driver With Current Glitch Eleminated,” Analog Integrated Circuits and Signal Processing, vol. 83, no. 2, pp. 209-216, May 2015.
- [5] Y. Noge, and J.I. Itoh, “Linear PFC regulator for LED lighting with the multi-level structure and low voltage MOSFETs,” in Proc. APEC2014, pp. 3311-3317.
- [6] Yuequan Hu and Milan M. Jovanovic, “A novel LED driver with adaptive drive voltage,” in Proc. 23rd Annu. IEEE App. Power Electron. Conf.Expo., Feb. 2008, pp. 565-571.
- [7] M. H. Rashid, “Power driver topologies and control schemes,” in Proc.22nd Annu. IEEE App. Power Electron Conf., Feb. 2007, pp.1319-1325.
- [8] Yijie Wang, J. Marcos Alonso, Xinbo Ruan, “A review of LED drivers and related technologies,” IEEE Trans. Ind. Electron., vol. 64, no. 7, pp.5754-5765, Jul. 2017.
- [9] K. H. Loo, Wai-Keung Lun, Siew-Chong Tan, Y. M. Lai, Chi K. Tse, “On driving techniques for LEDs: Toward a generalized methodology,” IEEE Trans. Power Electron., vol. 24, no. 12, pp. 2967-2976, Dec. 2009.
- [10] Infineon Technologies AG, “ILD6070–60 V/0.7 A high efficiency step-down LED driver,” data sheet, Dec. 2013.
- [11] NXP Semiconductors, “UBA3077HN–three-channel switched-mode LED driver,” data sheet, Feb.2011.
- [12] Guirguis Z. Abdelmessih, J. Marcos Alonso, “Loss Analysis for Efficiency Improvement of the Integrated Buck-Flyback Converter for LED Driving Applications”, IEEE Industry Applications Society Annual Meeting, Oct 2017
- [13] Mahsa Shirinzad, Saeed Soleimani, Ehsan Adib,” A Single Soft Switched Resonant LED Driver Circuit”, Iranian Conference on Electrical Engineering (ICEE), May 2016.
- [14] Ravindranath Tagore Yadlapalli, Dr. Anuradha Kotapati,” Efficiency Analysis of Quadratic Buck Converter for LED Lamp Driver