

120 V_{AC}、低コスト、調光可能、 リニア、並列と直列の切り替え可 能なLED駆動回路



ON Semiconductor®

<http://onsemi.com>

DESIGN NOTE

Table 1. DEVICE DETAILS

Device	Application	Topology	Input Voltage	Input Power	Power Factor	THD
NSIC2030B	LED Lighting	Linear	100 to 130 V _{AC}	6.7 W	0.97	24%

概要

この設計は、低コスト、オフライン、調光可能、リニア形式のLEDドライバ・ソリューションであり、商業、産業、コンシューマ市場の各セクタで使用される一般的な照明アプリケーションに適しています。この回路はオン・セミコンダクターの定電流レギュレータを使用して、LEDを流れる電流を制御し、電圧サージからの保護を実現します。この回路は、スレッシュホールド電圧を上回ったときに並列構成と直列構成の間で切り替えられる2セットのLEDを採用しており、効率を改善し(72%~94%の範囲でチューニング可能)、力率と全高調波歪みの属性を向上させます。この回路は、白熱電灯で標準的に使用されている位相カット形式の調光器と組み合わせる場合も正常に動作します。この回路は、広い動作温度範囲全体で一貫した方法で動作するように設計されており、-40~+60°Cの範囲で実証されてきました。

回路の主要な特長

- 標準的な位相カット形式の調光器と組み合わせて正常に動作
- 大きな光出力
- 非常に低コスト
- インダクタ不使用
- 力率 = 0.97
- 入力電流THD = 24%
- 効率 = 72%
(ストリングあたり4個のLEDの場合94%)
- -40~+60°Cの範囲でテストおよび実証済み
- 広い入力電圧範囲
- LEDに対する定電流の供給と保護
- 小型フォームファクタ・アプリケーションに最適
- より多くのLED駆動に適応可能

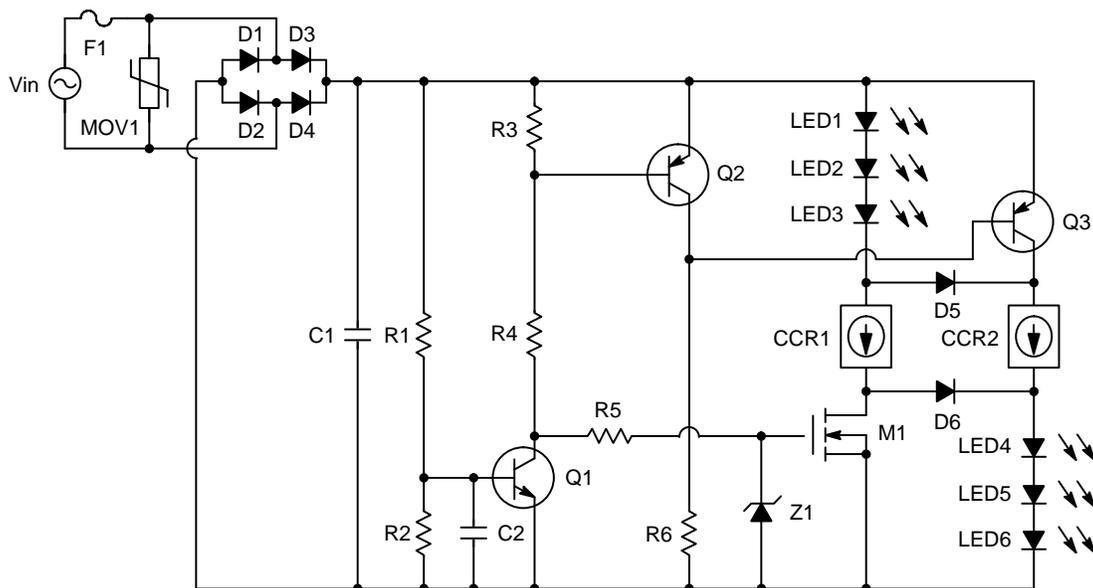


Figure 1. 2-stage Parallel-to-Series CCR Lighting Circuit

回路の説明

この回路は、全波ブリッジ整流器(D1~D4)、スレッシュホールド検出およびスイッチング回路(D5~D6、Q1~Q3、およびM1)、2組のLEDストリング(LED1~LED3、およびLED4~LED6)、2個のオン・セミコンダクター製定電流レギュレータ(CCR1とCCR2)で形成されています。

回路の動作

ブリッジは、60 Hz、120 V_{rms}の入力を整流し、ピーク電圧が170 Vである120 Hzの半波正弦波波形を出力します。ブリッジの出力は、D3とD4のカソードから、D1とD2のアノードを通じて参照されます。ブリッジの出力電圧は、電圧分割器を形成しているR1とR2に対して印加されます。R1とR2の接合点における電圧を使用して、Q1をターンオンし、並列構成と直列構成の間での切り替えをトリガします。回路の切り替えが発生する電圧を、V_{SWITCH}と呼びます。

V_{SWITCH}を、直列構成になっている2組のLEDストリングの順方向電圧を上回る値に設定することを推奨します。図示した回路では、この値は約110 Vです。Figure 1を参照すると、V_{SWITCH}はR1、R2、およびQ1のV_{BE(sat)}に依存することがわかります。この関係は次式によって表現されます。

$$V_{\text{SWITCH}} = V_{\text{BE(sat)}} \cdot \left(\frac{R1 + R2}{R2} \right)$$

Q1は、オン・セミコンダクター製のMMBT3904Lです。25°CにおけるQ1のV_{BE(sat)}の値は0.68 Vです。R1 = 1 MΩ、R2 = 6.2 kΩの場合は、V_{SWITCH}は約110 Vになります。

ブリッジの電圧が110 V未満の場合は、2組のLEDストリングは並列になります。Table 2に示すように、Q1とQ2はオフになり、M1とQ3がオンになります。D5とD6には逆バイアスが印加されているので、これらは導通しません。Z1は、M1のゲートを保護します。ブリッジの電圧が110 Vを上回っている場合は、2組のLEDストリングは直列になります。Q1とQ2はオンになり、M1とQ3がオフになります。D5とD6は導通し、2組のLEDストリングを接続します。

この回路は、72%の効率を達成します。各ストリングに追加のLEDをもう1個挿入すると、改善後の効率は94%になります。ただし、ストリングあたり4個のLEDを使用する場合は、力率は0.97から0.90に低下し、THDは24%から47%に増大し、調光性能も低下します。

Table 2. STATES OF THE TRANSISTORS AND CONNECTING DIODES IN PARALLEL AND SERIAL OPERATION

	LED Configuration	
	Parallel	Series
D5	Reverse-Biased	Forward-Biased
D6	Reverse-Biased	Forward-Biased
M1	On	Off
Q1	Off	On
Q2	Off	On
Q3	On	Off

回路データ

Table 3. ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR THE CIRCUIT SHOWN IN FIGURE 1

Criteria	110 V _{AC}	120 V _{AC}	130 V _{AC}
	Result	Result	Result
Input Frequency (Hz)	60	60	60
Power (W)	6.11	6.72	7.28
Input Current (mA _{rms})	57.1	57.4	57.3
Power Factor	0.970	0.972	0.974
THD (% Input I _{rms})	25.0	24.1	23.3
Efficiency (%)	75.6	72.4	69.0

Product parametric performance is indicated in the Electrical Characteristics for the listed test conditions, unless otherwise noted. Product performance may not be indicated by the Electrical Characteristics if operated under different conditions.

(参考訳)

製品パラメータは、特別な記述が無い限り、記載されたテスト条件に対する電気的特性で示しています。異なる条件下で製品動作を行った時には、電気的特性で示している特性を得られない場合があります。

テストに使用した調光器

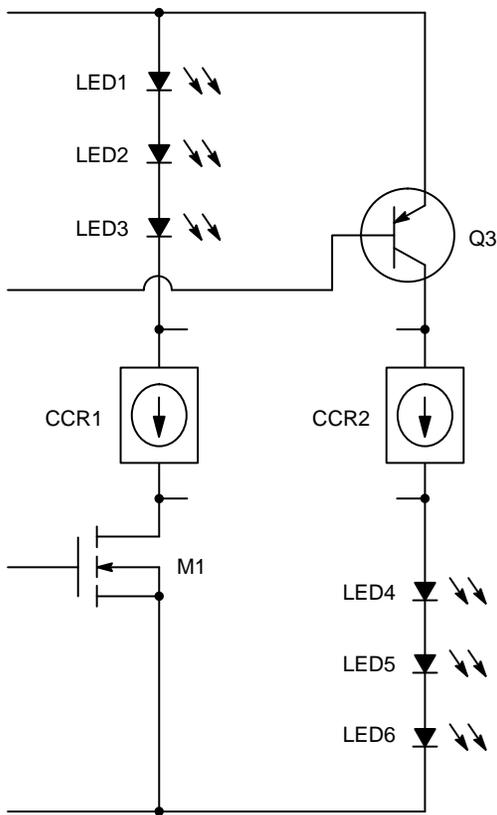
Table 4. THE CIRCUIT WAS FULLY FUNCTIONAL WITH EACH DIMMER TESTED

Dimmer
Cooper Aspire 9530
GE DI 61
Kuei Lin AC 110 V, 500 W
Leviton 6615-POW
Leviton 6633-PLW
Leviton 6674 Universal
Leviton Illumatech IPI06
Leviton OC58L1
Lightolier CT600WC
Lutron CT-603PGH

Lutron CTCL-153PD
Lutron MAW-600H
Lutron TG-10PR
Lutron TG-600P-AC
Lutron TG-600PH
Lutron S-600PR
Pass & Seymour D703PLAV
Pass & Seymour DCL453PTC
Pass & Seymour LS603PLAV
Pass & Seymour LSLV603PWV
Pass & Seymour WS703PW
SCT YM2508A
WattStopper DCD267 Universal

代表的な回路図

**Parallel Operation:
Bridge Output Voltage < 110 V**



**Series Operation:
Bridge Output Voltage > 110 V**

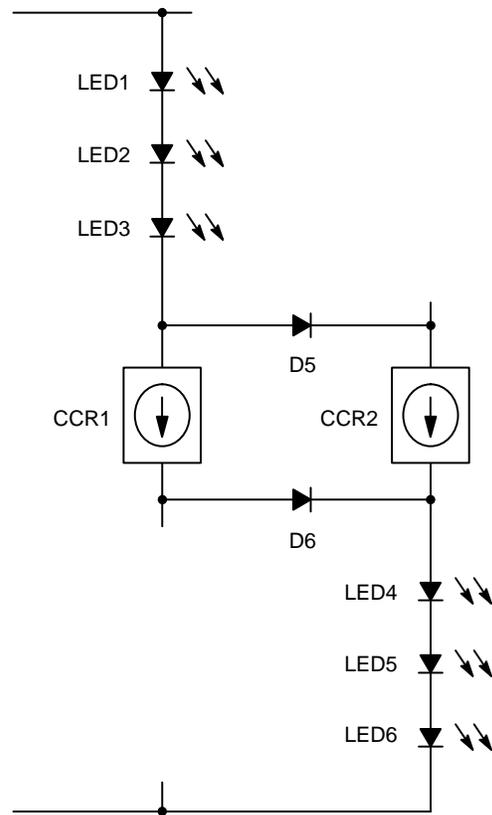


Figure 2. The Circuit Switches between Parallel and Series LED Configurations as the Bridge Output Voltage Passes 110 Volts. Total Input Current is the Same in both Configurations.

波形

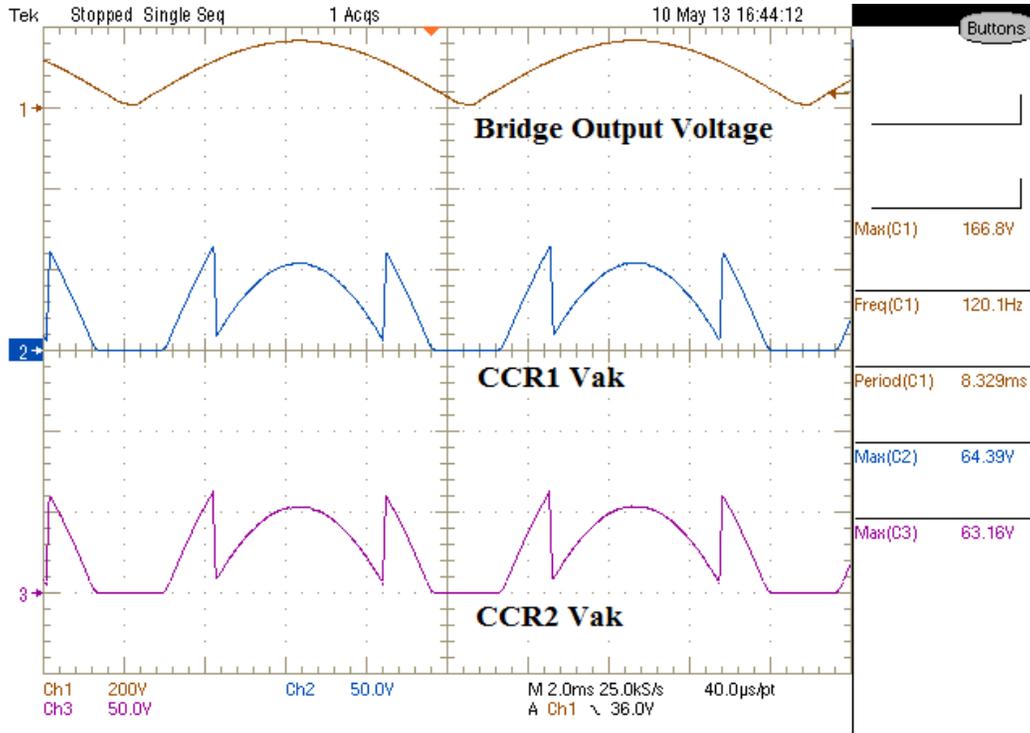


Figure 3. The Voltage across each CCR Changes as the Circuit Switches between Parallel and Series.

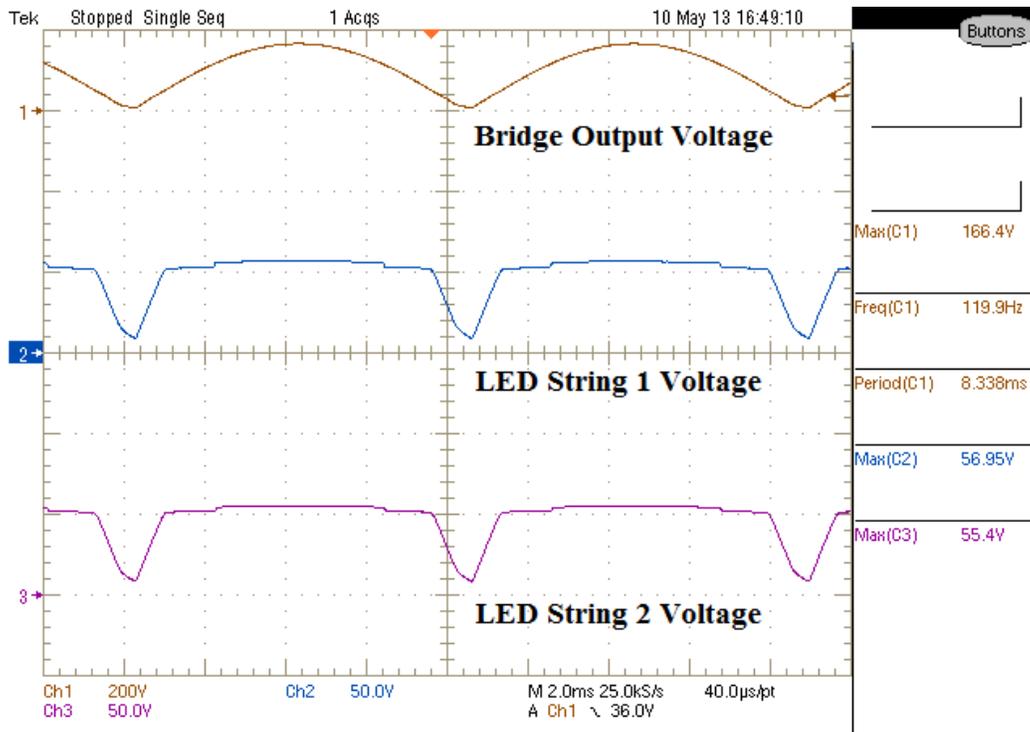


Figure 4. The LEDs are On for almost the Entire Cycle. Each LED String Consists of Fthree Cree MX-S LEDs.

DN05046/D

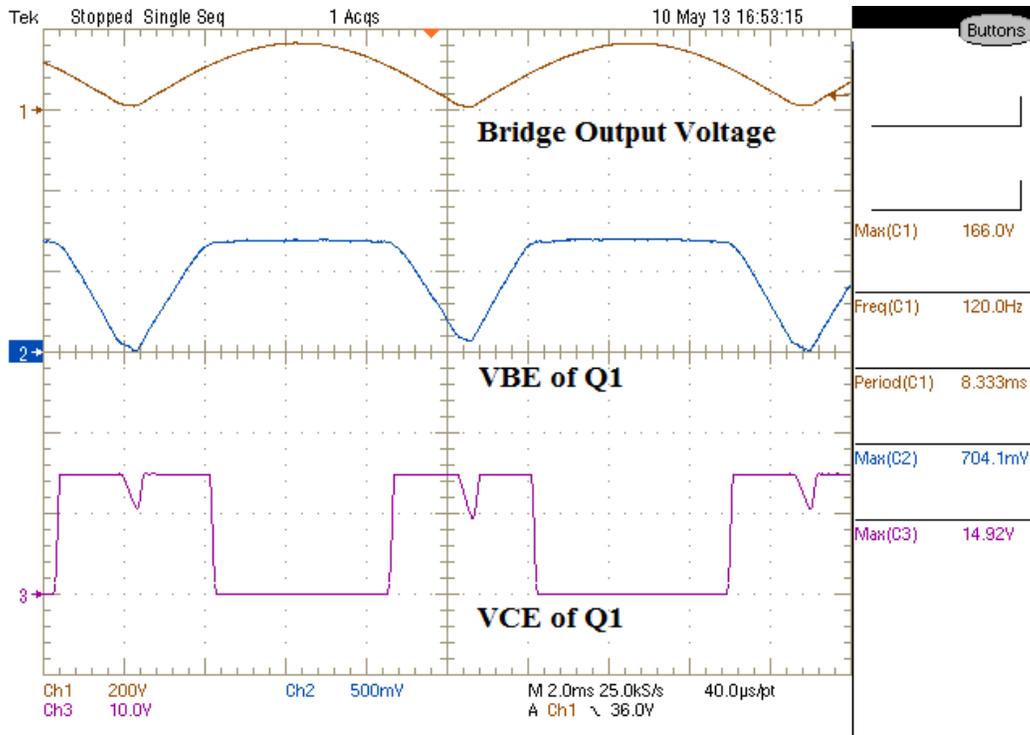


Figure 5. Q1 Switches as the Bridge Output Voltage Passes 110 V, Triggering the Switching of M1 and Q2.

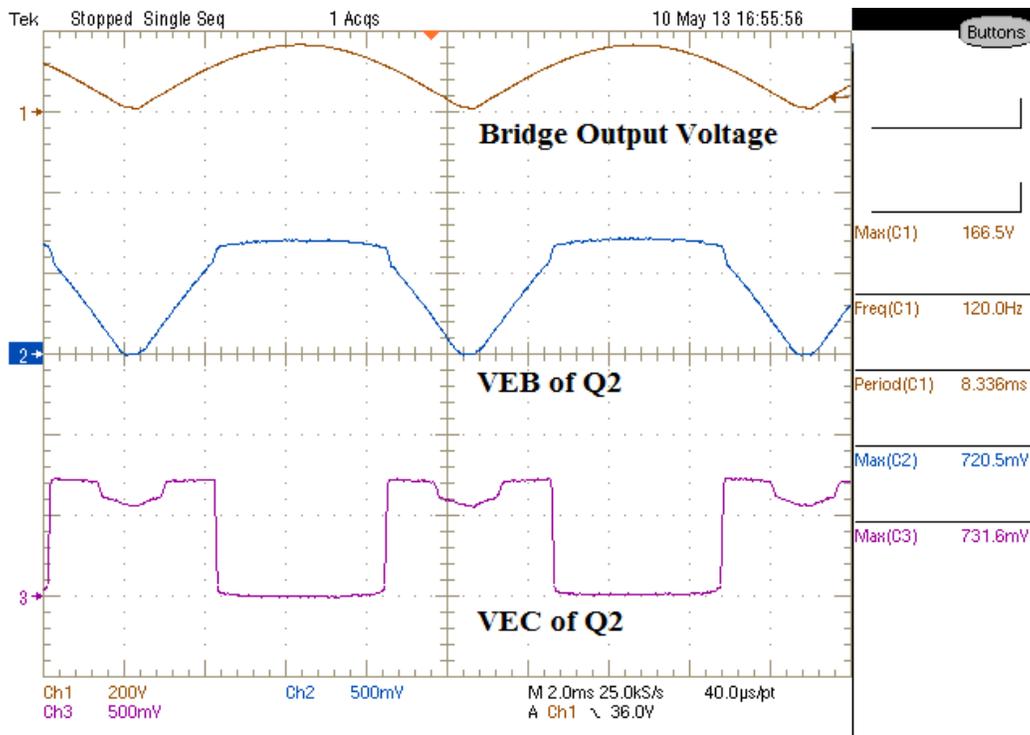


Figure 6. Q2 Switches as the Bridge Output Voltage Passes 110 V in Order to Cause Q3 to Switch.

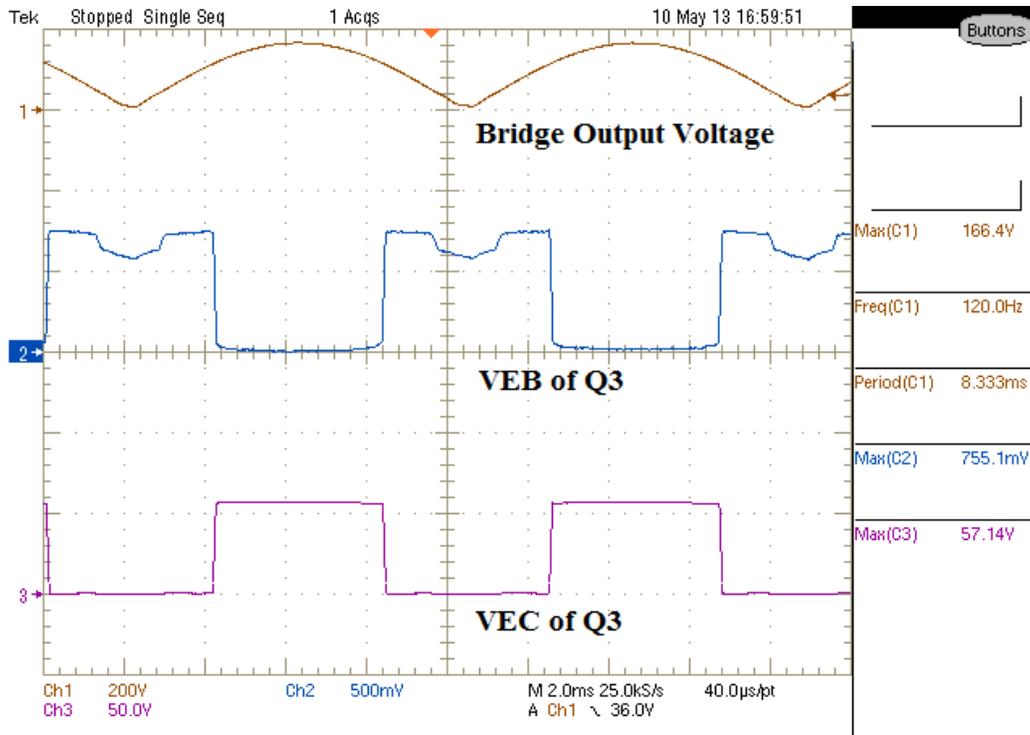


Figure 7. Q3 is Off when Q2 is On.

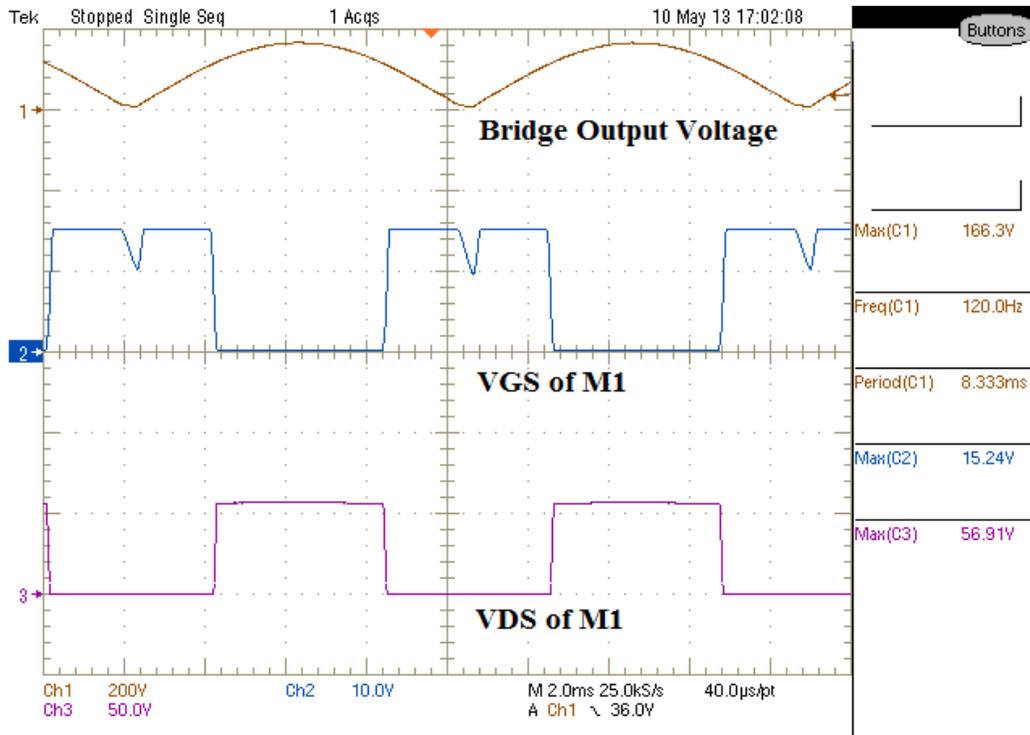


Figure 8. M1 is Pulled Low as Q1 Turns On.

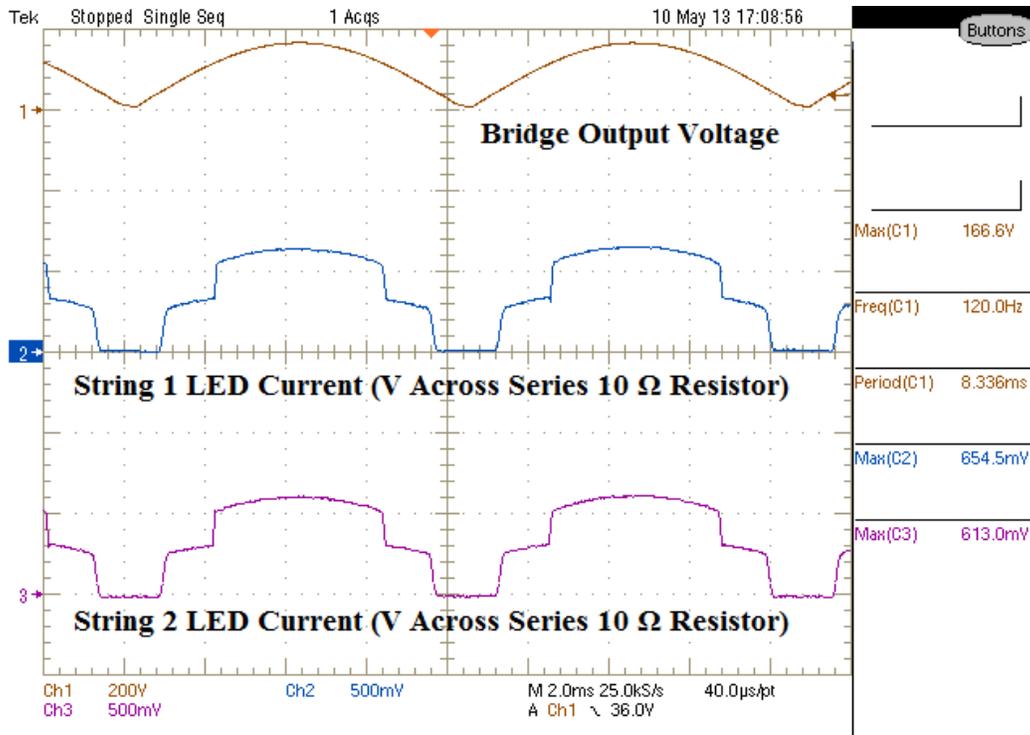


Figure 9. The LED Current in each String is 30 mA in Parallel Configuration and 60 mA in Series Configuration.

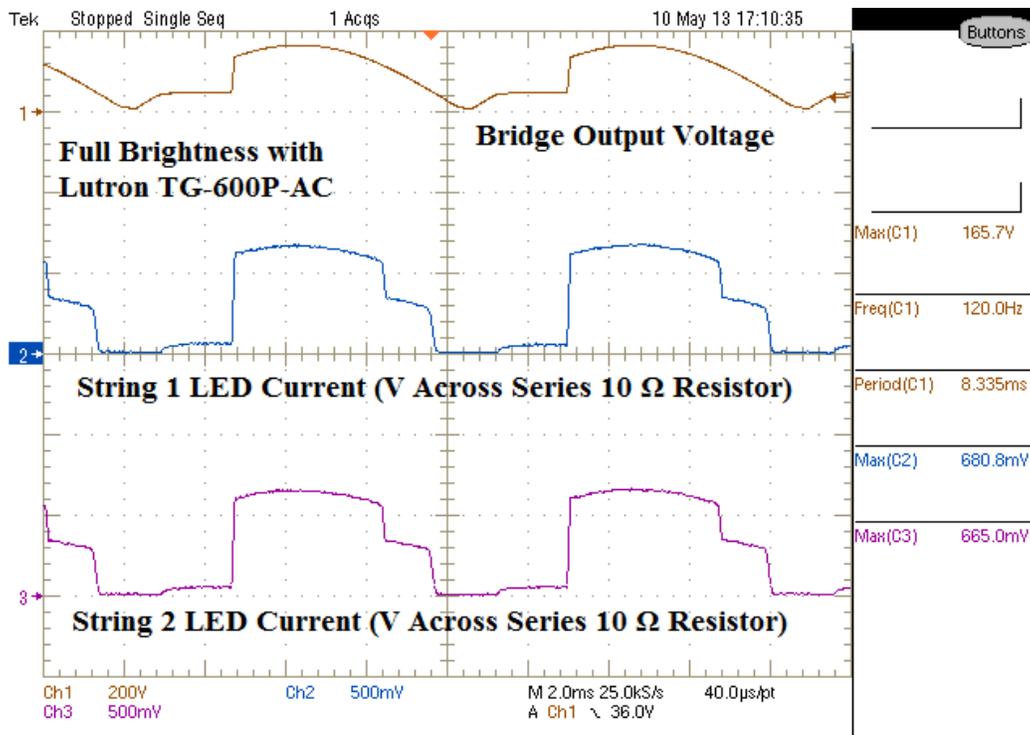


Figure 10. The Circuit is Fully Functional with Standard Phase-cut Incandescent Dimmers.

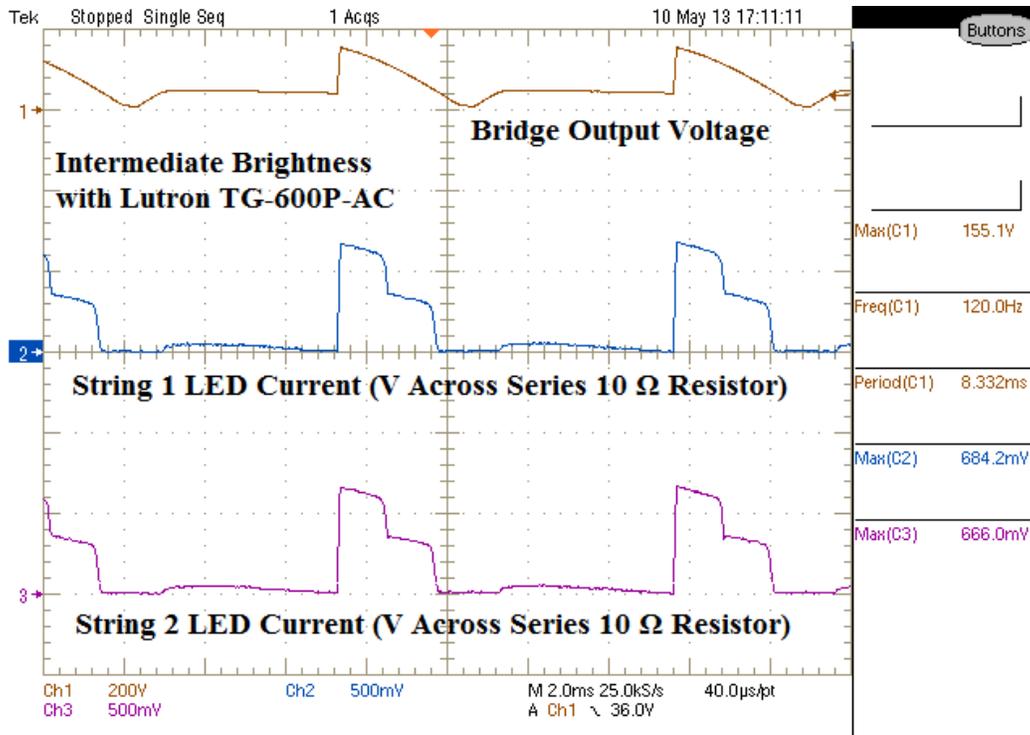


Figure 11. The Current Waveforms Closely Track the Bridge Output Voltage as the Circuit is Dimmed.

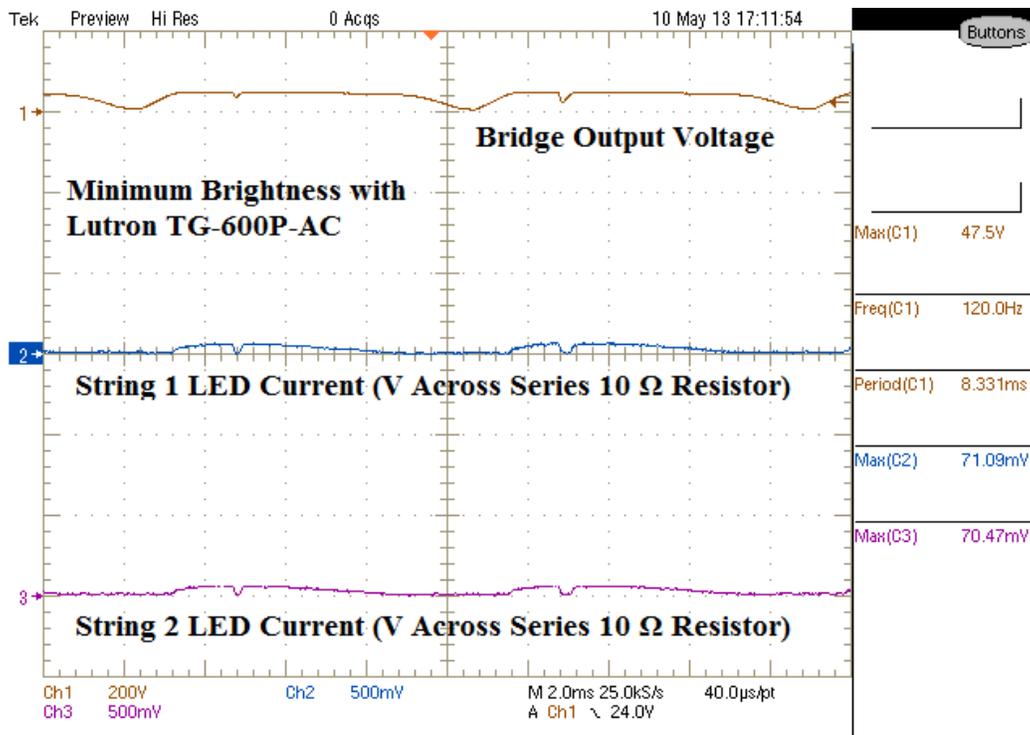


Figure 12. At the Least Bright Setting, the Lights are Barely On. Total Input Current was 7.1 mA_{rms}.

DN05046/D

部品表(BOM)

Table 5. BILL OF MATERIALS FOR CIRCUIT SHOWN IN FIGURE 1

Designator	Qty	Description	Value	Tolerance	Manufacturer	Part Number
C1	1	Capacitor	2.2 nF, 250 V	–	Any	–
C2	1	Capacitor	1 nF, 10 V	–	Any	–
CCR1–CCR2	2	Constant Current Regulator	120 V, 30 mA	±15%	ON Semiconductor	NSIC2030B
D1–D4	4	Diode	400 V, 1 A	–	ON Semiconductor	MRA4004
D5–D6	2	Diode	75 V, 200 mA	–	ON Semiconductor	BAS16H
F1	1	Fuse	250 Vac, 1 A	–	Any	–
LED1–LED6	6	LED	20 V, 175 mA	–	Cree	MX–6S
M1	1	N-MOSFET	100 V, 17 A	–	ON Semiconductor	NTD6416AN
MOV1	1	Varistor	150 V	–	Littelfuse	V150LA5P
Q1	1	NPN	40 V, 200 mA	–	ON Semiconductor	MMBT3904L
Q2	1	PNP	40 V, 200 mA	–	ON Semiconductor	MMBT3906L
Q3	1	PNP	150 V, 500 mA	–	ON Semiconductor	MMBT5401L
R1	1	Resistor	1 M Ω , 1/8 W	±1%	Any	–
R2	1	Resistor	6.2 k Ω , 1/8 W	±1%	Any	–
R3	1	Resistor	360 Ω , 1/8 W	±1%	Any	–
R4	1	Resistor	62 k Ω , 1/8 W	±1%	Any	–
R5	1	Resistor	10 Ω , 1/8 W	±10%	Any	–
R6	1	Resistor	150 k Ω , 1/8 W	±10%	Any	–
Z1	1	Zener Diode	15 Vz	±5%	ON Semiconductor	MMSZ15

付録

代替回路

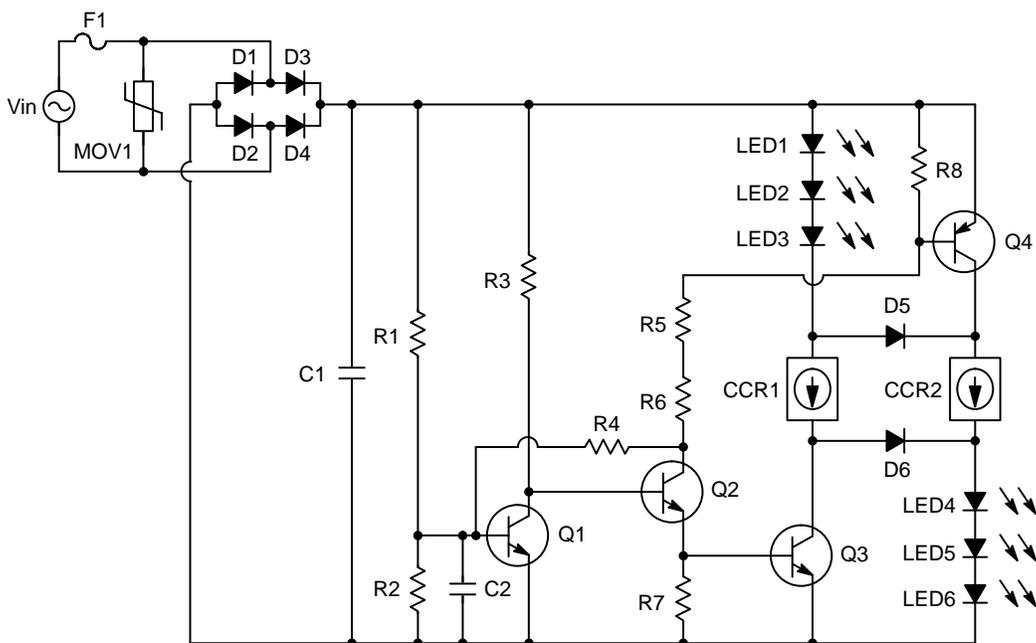


Figure 13. Alternative Circuit

代替回路図に関する回路のデータ

- ヒステリシス/EMI抑止抵抗R4ありの場合(Table 6)
- ヒステリシス/EMI抑止抵抗R4なしの場合(Table 7)

Table 6. ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR ALTERNATIVE SCHEMATIC WITH R4

	110 V _{AC}	120 V _{AC}	130 V _{AC}
Input Frequency (Hz)	60	60	60
Power (W)	5.40	6.02	6.47
Input Current (mA _{rms})	50.66	50.62	51.80
Power Factor	0.957	0.964	0.968
THD (% , Input I _{rms})	29.38	26.69	24.94
Efficiency (%)	82.2	78.9	73.1

Product parametric performance is indicated in the Electrical Characteristics for the listed test conditions, unless otherwise noted. Product performance may not be indicated by the Electrical Characteristics if operated under different conditions.

(参考訳)

製品パラメータは、特別な記述が無い限り、記載されたテスト条件に対する電気的特性で示しています。異なる条件下で製品動作を行った時には、電気的特性で示している特性を得られない場合があります。

Table 7. ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR ALTERNATIVE SCHEMATIC WITHOUT R4

	110 V _{AC}	120 V _{AC}	130 V _{AC}
Input Frequency (Hz)	60	60	60
Power (W)	5.54	6.08	6.59
Input Current (mA _{rms})	51.88	51.83	51.74
Power Factor	0.963	0.967	0.970
THD (% , Input I _{rms})	27.33	25.66	24.48
Efficiency (%)	80.8	76.1	72.1

Product parametric performance is indicated in the Electrical Characteristics for the listed test conditions, unless otherwise noted. Product performance may not be indicated by the Electrical Characteristics if operated under different conditions.

(参考訳)

製品パラメータは、特別な記述が無い限り、記載されたテスト条件に対する電気的特性で示しています。異なる条件下で製品動作を行った時には、電気的特性で示している特性を得られない場合があります。

DN05046/D

部品表(BOM)

Table 8. BILL OF MATERIALS FOR ALTERNATIVE CIRCUIT

Designator	Qty	Description	Value	Tolerance	Manufacturer	Part Number
C1	1	Capacitor	2.2 nF, 250 V	–	Any	–
C2	1	Capacitor	1 nF, 10 V	–	Any	–
CCR1–CCR2	2	Constant Current Regulator	120 V, 30 mA	±15%	ON Semiconductor	NSIC2030B
D1–D4	4	Diode	400 V, 1 A	–	ON Semiconductor	MRA4004
D5–D6	2	Diode	100 V, 200 mA	–	ON Semiconductor	MMBD914L
F1	1	Fuse	250 Vac, 1 A	–	Any	–
LED1–LED6	6	LED	20 V, 175 mA	–	Cree	MX–6S
MOV1	1	Varistor	150 V	–	Littelfuse	V150LA5P
Q1	1	NPN	40 V, 200 mA	–	ON Semiconductor	MMBT3904L
Q2	1	NPN	350 V, 100 mA	–	ON Semiconductor	MMBT6517L
Q3	1	NPN	150 V, 600 mA	–	ON Semiconductor	MMBT5550L
Q4	1	PNP	150 V, 500 mA	–	ON Semiconductor	MMBT5401L
R1	1	Resistor	1 MΩ, 1/8 W	±1%	Any	–
R2	1	Resistor	6.2 kΩ, 1/8 W	±1%	Any	–
R3	1	Resistor	301 kΩ, 1/8 W	±1%	Any	–
R4	1	Resistor	10 MΩ, 1/8 W	±5%	Any	–
R5	1	Resistor	27 kΩ, 1/8 W	±1%	Any	–
R6	1	Resistor	27 kΩ, 1/8 W	±1%	Any	–
R7	1	Resistor	2.2 kΩ, 1/8 W	±1%	Any	–
R8	1	Resistor	2.2 kΩ, 1/8 W	±1%	Any	–

ON Semiconductor及びONのロゴはSemiconductor Components Industries, LLC (SCILLC)の登録商標です。SCILLCは特許、商標、著作権、トレードシークレット(営業秘密)と他の知的所有権に対する権利を保有します。SCILLCの製品/特許の適用対象リストについては、以下のリンクからご覧いただけます。www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf。SCILLCは通告なしで、本書記載の製品の変更を行うことがあります。SCILLCは、いかなる特定の目的での製品の適合性について保証しておらず、また、お客様の製品において回路の応用や使用から生じた責任、特に、直接的、間接的、偶発的な損害に対して、いかなる責任も負うことはできません。SCILLCデータシートや仕様書に示される可能性のある「標準的」パラメータは、アプリケーションによっては異なることもあり、実際の性能も時間の経過により変化する可能性があります。「標準的」パラメータを含むすべての動作パラメータは、ご使用になるアプリケーションに応じて、お客様の専門技術者において十分検証されるようお願い致します。SCILLCは、その特許権やその他の権利の下、いかなるライセンスも許諾しません。SCILLC製品は、人体への外科的移植を目的とするシステムへの使用、生命維持を目的としたアプリケーション、また、SCILLC製品の不具合による死傷等の事故が起り得るようなアプリケーションなどへの使用を意図した設計はされておらず、また、これらを使用対象としておりません。お客様が、このような意図されたものではない、許可されていないアプリケーション用にSCILLC製品を購入または使用した場合、たとえ、SCILLCがその部品の設計または製造に関して過失があったと主張されたとしても、そのような意図せぬ使用、また未許可の使用に関連した死傷等から、直接、又は間接的に生じるすべてのクレーム、費用、損害、経費、および弁護士料などを、お客様の責任において補償をお願いいたします。また、SCILLCとその役員、従業員、子会社、関連会社、代理店に対して、いかなる損害も与えないものとなります。SCILLCは雇用機会均等/差別撤廃雇用主です。この資料は適用されるあらゆる著作権法の対象となっており、いかなる方法によっても再販することはできません。

PUBLICATION ORDERING INFORMATION

LITERATURE FULFILLMENT:

Literature Distribution Center for ON Semiconductor
P.O. Box 5163, Denver, Colorado 80217 USA
Phone: 303-675-2175 or 800-344-3860 Toll Free USA/Canada
Fax: 303-675-2176 or 800-344-3867 Toll Free USA/Canada
Email: orderlit@onsemi.com

N. American Technical Support: 800-282-9855 Toll Free
USA/Canada
Europe, Middle East and Africa Technical Support:
Phone: 421 33 790 2910
Japan Customer Focus Center
Phone: 81-3-5817-1050

ON Semiconductor Website: www.onsemi.com

Order Literature: <http://www.onsemi.com/orderlit>

For additional information, please contact your local Sales Representative