



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11) CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ



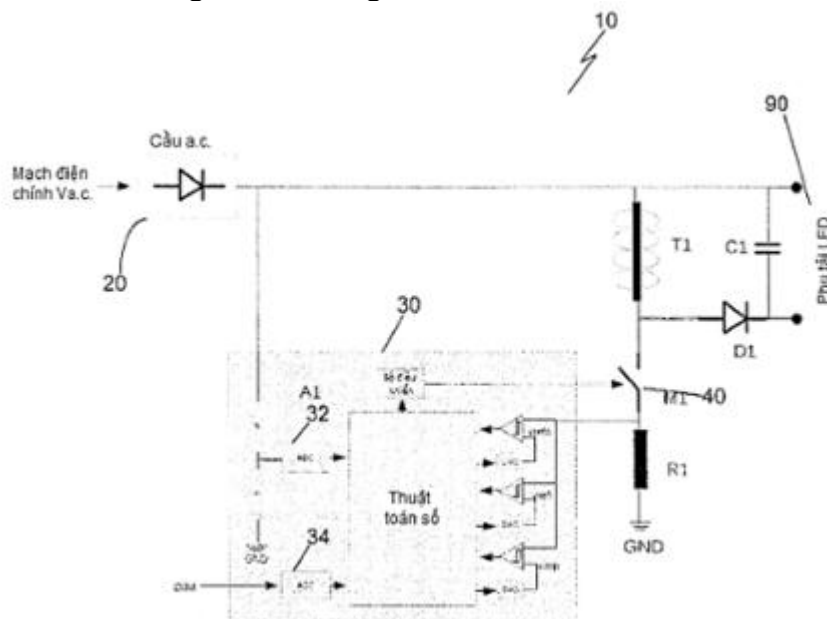
1-0026095

(51)<sup>7</sup> H02M 3/158; H05B 33/08; G05F 1/565; (13) B H02M 1/15

- (21) 1-2016-02161 (22) 09/02/2015  
 (86) PCT/SG2015/050016 09/02/2015 (87) WO 2015/122848 20/08/2015  
 (30) 2014010839 11/02/2014 SG  
 (45) 26/10/2020 391 (43) 25/10/2016 343A  
 (73) OPULENT ELECTRONICS INTERNATIONAL PTE LTD. (SG)  
 22 Sin Ming Lane, #05-79 Midview City, Singapore 573969, Singapore  
 (72) WEE, Kai Fook, Francis (SG); GROPPi, Leopoldo (IT); STONA, Andrea (IT).  
 (74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) THIẾT BỊ VÀ PHƯƠNG PHÁP TẠO RA DÒNG ĐIỆN ĐƯỢC ĐIỀU CHỈNH CHO PHỤ TẢI ĐIỆN

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị để tạo ra dòng điện được điều chỉnh cho phụ tải điện bao gồm bộ điều khiển dòng điện hoạt động được ở các khoảng thời gian định trước (các chu kỳ xung nhịp) để nhận: i. điện áp quy chiếu đầu vào mong muốn; và ii. điện áp hồi tiếp thu được từ bộ chuyển mạch điện tử; trong đó bộ điều khiển dòng điện hoạt động được để so sánh điện áp hồi tiếp với điện áp quy chiếu đầu vào mong muốn và tạo ra dòng điện được điều chỉnh cho phụ tải điện dựa trên việc tính toán thời gian ngắt mạch của bộ chuyển mạch điện tử tại mỗi chu kỳ xung nhịp; việc tính toán thời gian ngắt mạch có thể vận hành để đạt được chế độ dẫn điện liên tục (continuous-conduction-mode - CCM) đối với thiết bị trong các điều kiện hoạt động bình thường.



**Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến hệ thống điều khiển. Cụ thể là sáng chế đề cập đến thiết bị cấp nguồn điện chuyển mạch (switch-mode power supply) hoạt động được ở chế độ dẫn điện liên tục và sẽ được mô tả sau đây.

**Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Phần giới thiệu sau đây về tình trạng kỹ thuật của sáng chế nhằm tạo thuận lợi cho việc hiểu về sáng chế. Cần hiểu rằng phần giới thiệu này không phải là sự thừa nhận hoặc chấp nhận rằng bất kỳ thông tin nào được đề cập đến đã được công bố, được biết hoặc là một phần của kiến thức tổng quát chung của người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật ở khu vực có quyền tài phán bất kỳ tại ngày ưu tiên của sáng chế.

Các bộ nguồn chuyển mạch (switched mode power supply) thường được sử dụng để điều khiển một hoặc nhiều ứng dụng. Cụ thể là, các đèn đi-ốt phát quang (Light Emitting Diodes - LED) thường được điều khiển bởi các mạch điều khiển. Do các LED dễ bị ảnh hưởng bởi các biến thiên của dòng điện và điện áp, nên một trong số các mục đích quan trọng nhất đối với các mạch điều khiển LED là tạo ra dòng điện thích hợp để điều khiển các LED khi có sự thay đổi điện áp nguồn hoặc phụ tải.

Nhiều bộ điều khiển chuyển mạch LED có sử dụng các bộ chuyển mạch điện tử chẳng hạn như tranzito trường silic oxit kim loại (metal oxide silicon field effect transistor – MOSFET) làm phương tiện để điều chỉnh dòng điện vào cho các LED. Do đó, việc điều khiển tần số và thời gian bật/tắt để chuyển mạch là thông số quan trọng cần xem xét trong tất cả các bộ điều khiển chuyển mạch.

Hiện đang có nhu cầu cải tiến việc điều khiển chuyển mạch của các bộ điều khiển LED để đạt được một hoặc nhiều mục đích sau đây:

- i. giảm bớt tổng số lượng thành phần chẳng hạn như (các) tụ điện;
- ii. giảm bớt chỉ tiêu quy cách của mỗi thành phần; và/hoặc

iii. bảo vệ đối với tình trạng quá áp/ngắn mạch một cách chính xác.

Ngoài ra, cũng có nhu cầu tránh các điều khiển kiểu hồi tiếp điện áp thứ cấp do các điều khiển này đặt tải không mong muốn lên máy biến áp hoặc các phần tử truyền cảm ứng.

Vì vậy, mục đích của sáng chế là khắc phục, hoặc ít nhất giúp cải thiện một phần, đối với một hoặc nhiều trong số các vấn đề trên đây.

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Một khía cạnh của sáng chế đề xuất thiết bị để tạo ra dòng điện được điều chỉnh cho phụ tải điện bao gồm bộ điều khiển dòng điện hoạt động được ở các khoảng thời gian định trước (các chu kỳ xung nhịp) để nhận điện áp quy chiếu đầu vào mong muốn; và điện áp hồi tiếp thu được từ bộ chuyển mạch điện tử; trong đó bộ điều khiển dòng điện hoạt động được để so sánh điện áp hồi tiếp với điện áp quy chiếu đầu vào mong muốn và tạo ra dòng điện được điều chỉnh cho phụ tải điện dựa trên việc tính toán thời gian ngắt mạch của bộ chuyển mạch điện tử tại mỗi chu kỳ xung nhịp; việc tính toán thời gian ngắt mạch có thể vận hành để đạt được chế độ dẫn điện liên tục (CCM) cho thiết bị trong điều kiện hoạt động bình thường.

Tốt hơn nếu bộ chuyển mạch điện tử là MOSFET.

Tốt hơn nếu điện áp hồi tiếp được đo ở cực nguồn của MOSFET tại mỗi chu kỳ xung nhịp và được so sánh với điện áp hoạt động lớn nhất  $V_{refh}$  qua bộ so sánh điện áp.

Tốt hơn nếu điện áp hồi tiếp được đo ở cực nguồn của MOSFET tại mỗi chu kỳ xung nhịp và được so sánh với điện áp hoạt động nhỏ nhất  $V_{refl}$  qua bộ so sánh điện áp.

Tốt hơn nếu điện áp hồi tiếp được đo ở cực nguồn của MOSFET tại mỗi chu kỳ xung nhịp và được so sánh với trị số điện áp an toàn  $V_{ocp}$  qua bộ so sánh điện áp.

Tốt hơn nếu đối với cấu hình bộ chuyển đổi quét về một tầng (single stage flyback converter), bộ điều khiển dòng điện xác định dòng điện được điều chỉnh  $I_{LED}$  dựa vào biểu thức toán học

$$I_{LED} = \frac{T_{OFF} \left( \frac{V_{fbh}}{R_1} + \frac{V_{fbm}}{R_1} \right)}{2T}$$

Trong đó  $T$  là khoảng thời gian của mỗi chu kỳ xung nhịp;  $T_{OFF}$  là khoảng thời gian ngắt mạch tại mỗi chu kỳ xung nhịp;  $R_1$  là điện trở cực nguồn của MOSFET;  $V_{fbh}$  là điện áp hồi tiếp lớn nhất được đo ở cực nguồn của MOSFET tại mỗi chu kỳ xung nhịp;

và  $V_{fbm}$  được xác định dựa vào biểu thức toán học sau:

$$V_{fbm} = \frac{T_{on}V_{fbl} - T_wV_{fbh}}{T_{on} - T_w}$$

trong đó  $T_{ON}$  là thời gian đóng mạch của MOSFET tại mỗi khoảng thời gian chuyển mạch,  $T_w$  là thời gian từ tín hiệu đóng mạch của MOSFET đến điện áp hồi tiếp nhỏ nhất  $V_{fbl}$  được đo ở cực nguồn của MOSFET tại mỗi chu kỳ xung nhịp.

Tốt hơn nếu đối với kết cấu thuận một tầng (single stage forward structure), cấu hình đẩy-kéo (push-pull) hoặc bộ điều khiển trễ DC-DC (DC to DC hysteretic controller), bộ điều khiển dòng điện xác định dòng điện được điều chỉnh  $I_{LED}$  dựa vào biểu thức toán học

$$I_{LED} = \frac{\frac{V_{fbm}}{R_1} + \frac{V_{fbh}}{R_1}}{2}$$

trong đó  $R_1$  là điện trở cực nguồn của MOSFET;  $V_{fbh}$  là điện áp hồi tiếp lớn nhất được đo ở cực nguồn của MOSFET tại mỗi chu kỳ xung nhịp;

và  $V_{fbm}$  được xác định dựa vào biểu thức toán học sau:

$$V_{fbm} = \frac{T_{on}V_{fbl} - T_wV_{fbh}}{T_{on} - T_w}$$

trong đó  $T_{ON}$  là thời gian đóng mạch của MOSFET tại mỗi khoảng thời gian chuyển mạch,  $T_w$  là thời gian từ tín hiệu đóng mạch của MOSFET đến điện áp hồi tiếp nhỏ nhất  $V_{fbl}$  được đo ở cực nguồn của MOSFET tại mỗi chu kỳ xung nhịp.

Tốt hơn nếu đối với cấu hình bộ chuyển đổi quét về một tầng, điện áp trên phụ tải điện  $V_{LOAD}$  được xác định dựa vào biểu thức toán học sau

$$V_{load} = \frac{V_{IN} T_{ON} N_S}{T_{OFF} N_P}$$

trong đó  $N_P$  là số vòng quấn sơ cấp và  $N_S$  là số vòng quấn thứ cấp của bộ cảm ứng truyền (hoặc máy biến áp) trong cấu hình bộ chuyển đổi quét về.

Tốt hơn nếu đối với kết cấu thuận một tầng, cấu hình đẩy-kéo hoặc bộ điều khiển trở DC-DC, điện áp trên phụ tải điện  $V_{LOAD}$  được xác định dựa vào biểu thức toán học sau

$$V_{LOAD} = \frac{V_{IN}}{T_{OFF}} T$$

Trong đó  $T$  là khoảng thời gian của chu kỳ xung nhịp.

Tốt hơn nếu điện áp đầu vào  $V_{IN}$  được sử dụng để định hình dòng điện đầu vào  $I_{IN}$  dựa vào biểu thức toán học

$$I_{IN} = \alpha V_{IN}$$

Trong đó  $\alpha$  là hệ số nhân.

Tốt hơn nếu điện áp đầu vào  $V_{IN}$  được sử dụng để định hình dòng điện đầu vào  $I_{IN}$  dựa vào biểu thức toán học sau

$$I_{IN} = \alpha V_{IN}$$

Trong đó  $\alpha$  là hệ số nhân.

Theo khía cạnh thứ hai của sáng chế, có phương pháp để tạo ra dòng điện được điều chỉnh cho phụ tải điện bao gồm bước nhận từ bộ điều khiển dòng điện điện áp quy chiếu đầu vào mong muốn và điện áp hồi tiếp thu được từ bộ chuyển mạch điện tử ở các khoảng thời gian định trước; trong đó bộ điều khiển dòng điện hoạt động được để so sánh điện áp hồi tiếp với điện áp quy chiếu đầu vào mong muốn và tạo ra dòng điện được điều chỉnh cho phụ tải điện dựa trên việc tính toán thời gian ngắt mạch của bộ chuyển mạch điện tử tại mỗi khoảng thời gian định trước; việc tính toán thời gian ngắt mạch có thể vận hành để đạt được chế độ dẫn điện liên tục (CCM) đối với thiết bị trong các điều kiện hoạt động bình thường.

Tốt hơn nếu bộ chuyển mạch điện tử là MOSFET.

Tốt hơn nếu điện áp hồi tiếp được đo ở cực nguồn của MOSFET tại mỗi chu kỳ

xung nhịp và được so sánh với điện áp hoạt động lớn nhất  $V_{refh}$  qua bộ so sánh điện áp.

Tốt hơn nếu điện áp hồi tiếp được đo ở cực nguồn của MOSFET tại mỗi chu kỳ xung nhịp và được so sánh với điện áp hoạt động nhỏ nhất  $V_{refl}$  qua bộ so sánh điện áp.

Tốt hơn nếu điện áp hồi tiếp được đo ở cực nguồn của MOSFET tại mỗi chu kỳ xung nhịp và được so sánh với trị số điện áp an toàn  $V_{ocp}$  qua bộ so sánh điện áp.

Tốt hơn nếu đối với cấu hình bộ chuyển đổi quét về một tầng, bộ điều khiển dòng điện xác định dòng điện được điều chỉnh  $I_{LED}$  dựa vào biểu thức toán học

$$I_{LED} = \frac{T_{OFF} \left( \frac{V_{fbh}}{R_1} + \frac{V_{fbm}}{R_1} \right)}{2T}$$

trong đó  $T$  là khoảng thời gian của mỗi chu kỳ xung nhịp;  $T_{OFF}$  là khoảng thời gian ngắt mạch tại mỗi chu kỳ xung nhịp;  $R_1$  là điện trở cực nguồn của MOSFET;  $V_{fbh}$  là điện áp hồi tiếp lớn nhất được đo ở cực nguồn của MOSFET tại mỗi chu kỳ xung nhịp; và  $V_{fbm}$  được xác định dựa vào biểu thức toán học sau:

$$V_{fbm} = \frac{T_{on} V_{fb1} - T_w V_{fbh}}{T_{on} - T_w}$$

trong đó  $T_{ON}$  là thời gian đóng mạch của MOSFET tại mỗi khoảng thời gian chuyển mạch,  $T_w$  là thời gian từ tín hiệu đóng mạch của MOSFET đến điện áp hồi tiếp nhỏ nhất  $V_{fb1}$  được đo ở cực nguồn của MOSFET tại mỗi chu kỳ xung nhịp.

Tốt hơn nếu đối với kết cấu thuận một tầng, cấu hình đẩy-kéo hoặc bộ điều khiển trở DC-DC, bộ điều khiển dòng điện xác định dòng điện được điều chỉnh  $I_{LED}$  dựa vào biểu thức toán học

$$I_{LED} = \frac{\frac{V_{fbm}}{R_1} + \frac{V_{fbh}}{R_1}}{2}$$

trong đó  $R_1$  là điện trở cực nguồn của MOSFET;  $V_{fbh}$  là điện áp hồi tiếp lớn nhất được đo ở cực nguồn của MOSFET tại mỗi chu kỳ xung nhịp;

và  $V_{fbm}$  được xác định dựa vào biểu thức toán học sau:

$$V_{fbm} = \frac{T_{on}V_{fbl} - T_wV_{fbh}}{T_{on} - T_w}$$

trong đó  $T_{ON}$  là thời gian đóng mạch của MOSFET tại mỗi khoảng thời gian chuyển mạch,  $T_w$  là thời gian từ tín hiệu đóng mạch của MOSFET đến điện áp hồi tiếp nhỏ nhất  $V_{fbl}$  được đo ở cực nguồn của MOSFET tại mỗi chu kỳ xung nhịp.

Tốt hơn nếu đối với cấu hình bộ chuyển đổi quét về một tầng, điện áp trên phụ tải điện  $V_{LOAD}$  được xác định dựa vào biểu thức toán học sau

$$V_{load} = \frac{V_{IN}T_{ON}N_S}{T_{OFF}N_P}$$

trong đó  $N_P$  là số vòng quấn sơ cấp và  $N_S$  là số vòng quấn thứ cấp của bộ cảm ứng truyền (hoặc máy biến áp) trong cấu hình bộ chuyển đổi quét về.

Tốt hơn nếu đối với kết cấu thuận một tầng, cấu hình đẩy-kéo hoặc bộ điều khiển trở DC-DC, điện áp trên phụ tải điện  $V_{LOAD}$  được xác định dựa vào biểu thức toán học sau

$$V_{LOAD} = \frac{V_{IN}}{T_{OFF}}T$$

trong đó  $T$  là khoảng thời gian của chu kỳ xung nhịp.

Tốt hơn nếu điện áp đầu vào  $V_{IN}$  được sử dụng để định hình dòng điện đầu vào  $I_{IN}$  dựa vào biểu thức toán học sau

$$I_{IN} = \alpha V_{IN}$$

trong đó  $\alpha$  là hệ số nhân.

Tốt hơn nếu điện áp đầu vào  $V_{IN}$  được sử dụng để định hình dòng điện đầu vào  $I_{IN}$  dựa vào biểu thức toán học sau

$$I_{IN} = \alpha V_{IN}$$

trong đó  $\alpha$  là hệ số nhân.

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Sáng chế sẽ được mô tả chi bằng ví dụ có dựa vào các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1 là sơ đồ khối mạch đối với cấu hình bộ chuyển đổi quét về một tầng AC sang DC theo một phương án của sáng chế;

Fig.2 là đồ thị minh họa mối quan hệ giữa điện áp ở bộ chuyển mạch điện tử và thời gian; và

Fig.3 là sơ đồ khối mạch đối với bộ điều khiển trở DC-DC theo một phương án khác của sáng chế.

Các cách bố trí khác theo sáng chế có thể có, và do đó, các hình vẽ kèm theo không được hiểu là thay thế cho nguyên lý được nêu trong phần mô tả của sáng chế.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Trong phần mô tả này, chế độ dẫn điện liên tục (CCM) được hiểu là chế độ hoạt động trong đó điện áp và dòng điện trong bộ cảm ứng truyền năng lượng (hoặc máy biến áp) không bao giờ bằng không giữa các chu kỳ chuyển mạch. Điều này tương phản với chế độ dẫn điện không liên tục (DCM) trong đó điện áp và dòng điện bằng không trong một phần của chu kỳ chuyển mạch.

Trong toàn bộ bản mô tả, trừ khi được chỉ ra khác, khi đề cập đến ‘điện áp’ và ‘dòng điện’ là nhắc đến điện áp và dòng điện về điện. Theo một phương án của sáng chế và dựa vào Fig.1, có bộ điều khiển LED 10 được thực hiện như là cấu hình bộ chuyển đổi quét về một tầng. Bộ điều khiển LED 10 có phía sơ cấp bao gồm mạch điện chính V.A.C 20, mạch điều khiển 30, bộ chuyển mạch điện tử 40, và phía thứ cấp bao gồm phụ tải LED 90.

Mạch điện chính V.A.C 20 bao gồm các mạch chỉnh lưu như các bộ chỉnh lưu cầu cần để chuyển đổi điện áp và dòng điện AC (xoay chiều) sang điện áp và dòng điện DC (một chiều). Đầu vào AC được chỉnh lưu từ mạch điện chính V.A.C 20 được cấp vào mạch điều khiển 30 để xử lý.



Mạch điều khiển 30 hoạt động được để điều khiển thời gian chuyển mạch của bộ chuyển mạch điện tử 40 ở các khoảng đều nhau (mỗi khoảng có thể tương ứng với chu kỳ chuyển mạch định trước) để điều chỉnh điện áp và/hoặc dòng điện được cấp cho phụ tải LED 90. Mạch điều khiển 30 thường là mạch tích hợp (integrated circuit - IC) và tốt hơn nữa là, mạch tích hợp chuyên dụng (application specific integrated circuit - ASIC), mạch này có thể được lập trình nhờ sử dụng một hoặc nhiều ngôn ngữ mô tả phần cứng (hardware description language - HDL) như Verilog, VHDL, hoặc ngôn ngữ mô tả phần cứng khác được các người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này biết.

Bộ chuyển mạch điện tử 40 thường là tranzito hiệu ứng trường bán dẫn oxit kim loại (metal-oxide-semiconductor field-effect transistor - MOSFET). Cực nguồn của bộ chuyển mạch MOSFET 40 được nối nối tiếp với một đầu của điện trở R1, trong khi đầu còn lại của điện trở R1 được nối với dây tiếp đất. Trị số của điện trở R1 là quan trọng để xác định dòng điện đầu ra  $I_{LED}$  được lựa chọn cho LED, như sẽ được biểu diễn dưới dạng toán học trong phương trình (1) dưới đây.

Mạch điều khiển 30 được lập trình và được tạo cấu hình để nhận năm đầu vào; tức là

(a.) Điện áp đầu vào  $V_{IN}$ ;

(b.) Trị số điện áp  $V_{fbh}$  được đo ở cực nguồn của MOSFET 40 tại mỗi chu kỳ chuyển mạch và được so sánh với điện áp hoạt động lớn nhất được phép  $V_{refh}$  qua bộ so sánh điện áp;

(c.) Trị số điện áp  $V_{fbl}$  được đo ở cực nguồn của MOSFET 40 tại mỗi chu kỳ chuyển mạch và được so sánh với điện áp hoạt động nhỏ nhất được phép  $V_{refl}$  qua bộ so sánh điện áp;

(d.) Trị số điện áp  $V_{ocp}$  được đo ở cực nguồn của MOSFET 40 tại mỗi chu kỳ chuyển mạch và được so sánh với trị số điện áp an toàn  $V_{ocp}$  qua bộ so sánh điện áp; và

(e.) Một hoặc nhiều bộ đếm định thời để xác định các chu kỳ xung nhịp và khoảng thời gian chuyển mạch của MOSFET 40.

Với năm đầu vào này, mạch điều khiển 30 bao gồm thuật toán số (lập trình được

nhờ sử dụng ASIC) để thực hiện phương trình (1) sau đây để xác định dòng điện  $I_{LED}$  sẽ được cấp cho phụ tải LED 90:

$$I_{LED} = \frac{T_{OFF} \left( \frac{V_{fbh}}{R_1} + \frac{V_{fbm}}{R_1} \right)}{2T} \quad (1)$$

Trong đó  $T$  là khoảng thời gian của chu kỳ chuyển mạch và  $T_{OFF}$  là khoảng thời gian ngắt mạch tại mỗi chu kỳ xung nhịp.

Trị số điện áp  $V_{fbm}$  được tính toán nhờ sử dụng phương trình (2) sau đây được biểu diễn dưới dạng toán học là:

$$V_{fbm} = \frac{T_{ON} V_{fbl} - T_w V_{fbh}}{T_{ON} - T_w} \quad (2)$$

trong đó  $T_{ON}$  là thời gian đóng mạch tranzito của MOSFET 40 tại mỗi khoảng thời gian chuyển mạch,  $T_w$  là thời gian từ tín hiệu đóng mạch MOSFET 40 đến điểm kích hoạt  $V_{fbl}$ ; và  $T_w$  phụ thuộc vào phân cứng của MOSFET 40 được sử dụng.  $T_w$  là cần thiết do hệ thống dễ bị nhiễu chuyển mạch giữa đóng mạch và ngắt mạch của MOSFET 40. Việc chèn trị số  $T_w$  vào thuật toán tương tự như việc tạo hệ số trễ trong đó hệ thống điều khiển LED đạt đến điều kiện hoạt động ổn định sao cho có thể thực hiện được phép đo chính xác hơn.

Điện áp trên phụ tải LED 90 được tính toán dựa trên phương trình (3) được biểu diễn dưới dạng toán học là:

$$V_{LED} = \frac{V_{IN} T_{ON} N_S}{T_{OFF} N_P} \quad (3)$$

Trong đó  $N_P$  là số vòng quấn sơ cấp và  $N_S$  là số vòng quấn thứ cấp của bộ cảm ứng truyền (hoặc máy biến áp) T1.

Bộ biến đổi tương tự sang số (ADC) 32 có thể được bổ sung để biến đổi đầu ra AC được chỉnh lưu thành tín hiệu điện áp đầu vào số  $V_{IN}$ . Ngoài việc nhận  $V_{IN}$ , mạch điều khiển 30 cũng có thể hoạt động được để nhận đầu vào chỉnh độ sáng (dimmer)  $V_{DIM}$  từ một ADC 34 khác. Đối với loại mạch điều khiển 30 không chỉnh độ sáng được, đầu ra của  $V_{DIM}$  sẽ được nối cứng bên trong nhờ sử dụng mã ngôn ngữ mô tả

phần cứng.

Hoạt động của mạch điều khiển 30 được mô tả có dựa vào các phương trình (1) và (2) cũng như Fig.2 như sau.

Ở phương trình (2), thời gian đóng mạch  $T_{ON}$  của MOSFET 40 đạt được dựa trên thời gian mà từ đó MOSFET 40 được kích hoạt ở  $V_{fb1}$  đến thời gian mà ở đó điện áp đạt đến trị số chính xác (tức là  $V_{ref1}$ , dựa trên việc so sánh với  $V_{fbh}$ ) và dòng điện là  $V_{fb1}/R_1$ . Các sự đảo chiều bộ so sánh và thời gian tiêu tốn giữa điện áp cực nguồn của MOSFET từ  $V_{fb1}$  đến  $V_{fbh}$  được lưu trữ vào thanh ghi bên trong là  $T_{ON}$ .

Thời gian ngắt mạch của MOSFET 40  $T_{OFF}$  sẽ được thiết lập hoặc được xác định trước tại mỗi chu kỳ xung nhịp bởi bộ điều khiển 30 qua thuật toán số ASIC. Thời gian  $T_{OFF}$  được xác định trước đảm bảo rằng bộ điều khiển LED 10 hoạt động ở chế độ liên tục. Thời gian  $T_{OFF}$  được điều chỉnh dựa trên các quy tắc sau (pseudo-codes – mã giả):

(i.) Nếu, sau thời gian  $T_w$ , đầu ra của bộ so sánh của  $V_{fb1}$  với  $V_{ref1}$  là ở trạng thái thấp, thì thời gian  $T_{OFF}$  được giảm đi.

(ii.) Nếu, sau thời gian  $T_w$ , đầu ra của bộ so sánh của  $V_{fb1}$  với  $V_{ref1}$  là ở trạng thái cao, thì thời gian  $T_{OFF}$  được tăng lên.

Cần hiểu rằng  $T_w$  lý tưởng sẽ là xấp xỉ 0 đối với hoạt động ở CCM. Tuy nhiên, trên thực tế, trị số của  $T_w$  sẽ không bao giờ là 0 do nhiễu được tạo ra bởi bộ chuyển mạch điện tử 40 trong suốt khoảng thời gian đóng mạch ban đầu của bộ chuyển mạch điện tử 40 và do đó phương trình (2) là để xét đến trị số của  $T_w$  và điện áp  $V_{fbm}$  tương ứng vào điểm mở (onset) của khoảng thời gian chuyển mạch.

Ở mỗi chu kỳ xung nhịp, sau khi MOSFET được ngắt mạch, trị số của  $T_{OFF}$  được tăng lên hoặc giảm đi để duy trì toàn bộ hệ thống ở chế độ liên tục. Điều này sẽ được hiểu dựa trên phương trình (3), rằng việc điều chỉnh thời gian  $T_{OFF}$  phụ thuộc vào phụ tải LED, điện áp đầu vào  $V_{IN}$ , thời gian  $T_{ON}$  và tỷ số  $N_S/N_P$  của bộ cảm ứng truyền (hoặc máy biến áp) T1.

Để tránh sai số khi đo dòng điện, điểm  $V_{fbm}$  sẽ được tính nhờ sử dụng phương trình (1) và (2) như được mô tả.

Theo một phương án khác và dựa vào Fig.3, có bộ điều khiển LED 100 được sử

dụng như là bộ điều khiển trở DC-DC một tầng. Bộ điều khiển LED 100 bao gồm đầu vào DC 200, mạch điều khiển 300, bộ chuyển mạch điện tử 400, và phía thứ cấp bao gồm phụ tải LED 900. Đầu vào DC 200 được cấp vào mạch điều khiển 300 để xử lý. Mạch điều khiển 300 hoạt động được để điều khiển thời gian chuyển mạch của bộ chuyển mạch điện tử 400 ở các khoảng đều nhau (mỗi khoảng có thể tương ứng với chu kỳ chuyển mạch định trước) để điều chỉnh điện áp và/hoặc dòng điện được cung cấp cho phụ tải LED 900. Mạch điều khiển 300 thường là mạch tích hợp (IC) và tốt hơn nữa là, mạch tích hợp chuyên dụng (ASIC), mạch này có thể được lập trình nhờ sử dụng một hoặc nhiều ngôn ngữ mô tả phần cứng (HDL) sau đây như Verilog, VHDL, hoặc ngôn ngữ mô tả phần cứng khác được các người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này biết. Bộ chuyển mạch điện tử 400 thường là tranzito hiệu ứng trường bán dẫn oxit kim loại (MOSFET). Cực nguồn của bộ chuyển mạch MOSFET 400 được nối nối tiếp với một đầu của điện trở R1, trong khi đầu còn lại của điện trở R1 được nối với dây tiếp đất. Trị số của điện trở R1 là quan trọng để xác định dòng điện đầu ra  $I_{LED}$  được lựa chọn cho LED, như đã được biểu diễn dưới dạng toán học ở phương trình (1) dưới đây.

Mạch điều khiển 300 được lập trình và được tạo cấu hình để nhận năm đầu vào; tức là

(a.) Điện áp đầu vào  $V_{IN}$ ;

(b.) Trị số điện áp  $V_{fbh}$  được đo ở cực nguồn của MOSFET 400 tại mỗi chu kỳ chuyển mạch và được so sánh với điện áp hoạt động lớn nhất được phép  $V_{refh}$  qua bộ so sánh điện áp;

(c.) Trị số điện áp  $V_{fbl}$  được đo ở cực nguồn của MOSFET 400 tại mỗi chu kỳ chuyển mạch và được so sánh với điện áp hoạt động nhỏ nhất được phép  $V_{refl}$  qua bộ so sánh điện áp;

(d.) Trị số điện áp  $V_{ocp}$  được đo ở cực nguồn của MOSFET 400 tại mỗi chu kỳ chuyển mạch và được so sánh với trị số điện áp an toàn  $V_{ocp}$  qua bộ so sánh điện áp; và

(e.) Một hoặc nhiều bộ đếm định thời để xác định các chu kỳ xung nhịp và khoảng thời gian chuyển mạch của MOSFET 400.

Với năm đầu vào này, mạch điều khiển 300 bao gồm thuật toán số (lập trình được nhờ sử dụng ASIC) để thực hiện phương trình (4) sau đây để xác định dòng điện  $I_{LED}$  sẽ được cấp cho phụ tải LED 900:

$$I_{LED} = \frac{\frac{V_{fbm}}{R1} + \frac{V_{fbh}}{R1}}{2} \quad (4)$$

Trong đó  $V_{fbm}$  được tính toán dựa trên phương trình (2). Cần hiểu rằng phương pháp này có thể được áp dụng vào kết cấu thuận và cấu hình đẩy-kéo. Điện áp trên phụ tải LED 900 dựa trên  $V_{LED}$  như được tính toán nhờ sử dụng phương trình (3).

Cần hiểu rằng phương trình (3) có ưu điểm là cho phép việc tính toán điện áp ở cấu trúc phản hồi mà không cần sự hồi tiếp bất kỳ từ các phụ tải LED 90, 900 ở phía thứ cấp. Cách bố trí hoặc cấu hình như vậy tránh việc sử dụng các bộ ghép quang (opto-coupler) khi cấu hình cách ly được sử dụng.

Theo một phương án bất kỳ hoặc tất cả các phương án đã được mô tả, trị số của điện áp đầu vào  $V_{IN}$  có thể được sử dụng để định hình dòng điện đầu vào  $I_{IN}$ . Điều này được thực hiện nhờ sử dụng phép nhân giữa  $V_{IN}$  với biến số hệ số nhân  $\alpha$ . Biến số hệ số nhân  $\alpha$  có thể được điều chỉnh tại mỗi chu kỳ xung nhịp bởi thuật toán số. Điều này dựa trên việc đối với công suất đầu ra khác nhau điện áp được nhân với hệ số khác để thu được  $I_{LED}$  cần thiết.

Biến số hệ số nhân  $\alpha$  có thể được lưu trữ trong ASIC để điều chỉnh dòng điện  $I_{IN}$ . Trị số của hệ số nhân  $\alpha$  càng lớn, thì dòng điện  $I_{IN}$  càng lớn. Hệ số nhân  $\alpha$  cũng có thể được sử dụng để cố định các điện áp của bộ so sánh  $V_{ref1}$  và  $V_{refh}$ .

Ví dụ, nếu trị số hệ số nhân  $\alpha$  được thiết lập ở 1, thì các điện áp  $V_{refh}$  và  $V_{refl}$  được thiết lập để bám theo điện áp đầu vào  $V_{IN}$ , và vì vậy, đồng pha với tín hiệu đầu vào từ mạch điện chính AC. Điều này là hữu ích do việc bù hiệu chỉnh hệ số công suất được xử lý trực tiếp bởi thuật toán hệ thống của bộ điều khiển ASIC. Trong cấu trúc phản hồi, dòng điện đầu vào được tạo xung, xung tương ứng với thời gian đóng mạch của MOSFET 40, 400. Việc lấy tích phân của các xung này cho phép người có trình độ tính toán dòng điện đầu vào  $I_{IN}$ . Nếu dòng điện đầu vào  $I_{IN}$  này đồng pha với tín hiệu A.C. đầu vào thì có thể đạt được trị số cao của PFC như 0,98.

Theo một phương án khác, thay vì quan hệ tuyến tính giữa  $V_{IN}$  và  $I_{IN}$ , đường cong bù có thể được thực hiện ở thông số  $\alpha$ . Quan hệ bậc hai được biểu diễn dưới dạng toán học ở phương trình (5).

$$I_{IN} = \alpha V_{IN}^2 \quad (5)$$

Quan hệ bậc cao hơn giữa  $I_{IN}$  và  $V_{IN}$  cũng có thể có.

Đường cong bù này có thể được lưu trữ trong ROM bên trong của bộ điều khiển 30, 300. Trong một số cấu hình, dòng điện  $I_{IN}$  ở trung tâm của điện áp mạch điện chính AC đầu vào, trong đó điện áp là lớn hơn để thu được hệ số công suất tốt hơn hoặc phù hợp với thông số kỹ thuật điện khác (ví dụ mức méo, mức gợn sóng chấp nhận được trong dòng điện) mà có thể được điều chỉnh tại mỗi chu kỳ xung nhịp bởi thuật toán số.

Trị số của biến số hệ số nhân  $\alpha$  có thể được tăng lên hoặc giảm đi theo các sự thay đổi điện áp đầu ra theo phương trình (3).

Ví dụ, nếu  $\alpha = 2$ , dựa trên quan hệ được thể hiện ở phương trình (5), thu được dòng điện đầu ra gấp đôi. Điều này cho phép bù sự thay đổi điện áp đầu vào, phụ tải đầu ra và cho phép có khả năng chỉnh độ sáng.

Cần hiểu thêm rằng trong trường hợp cấu trúc tăng (boost structure), phương trình (3) có thể được thay đổi thành:

$$V_{LED} = \frac{V_{IN}}{T_{OFF}} T \quad (3a)$$

Theo một phương án khác của sáng chế, bộ điều khiển 30 có thể được sử dụng để thực hiện việc điều khiển dựa trên điện áp thay vì điều khiển dựa trên dòng điện. Cụ thể là, phương trình (3) và phương trình (3a) có thể là đối tượng cho việc điều khiển điện áp.

Một số ứng dụng làm ví dụ không bao quát hết của các phương án đã được mô tả có thể là như sau:

i. Bộ nguồn chuyển mạch (SMPS) cách ly để điều chỉnh điện áp. Ví dụ, đối với nguồn điện 5V cách ly tiêu chuẩn được nối với mạch điện chính;

ii. Bộ nạp ắc quy cách ly. Điện áp và dòng điện là các trị số đã biết, các bộ điều khiển có thể được sử dụng làm bộ nạp ắc quy tốt trong cấu hình cách ly và không có các bộ ghép quang;

iii. Việc truyền tín hiệu tương tự; và

iv. Việc truyền tín hiệu audio dùng cho bộ khuếch đại công suất.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ hiểu rằng sáng chế không bị giới hạn ở các phương án đã được mô tả. Cụ thể là, các sửa đổi và cải biến sau đây có thể được thực hiện mà không nằm ngoài phạm vi bảo hộ của sáng chế:

- Mặc dù các phương án đã được mô tả dựa vào các phụ tải LED 90, 900, nhưng cần hiểu rằng thiết bị này có thể được sử dụng để tạo ra dòng điện được điều chỉnh cho các loại phụ tải điện khác bao gồm máy tính xách tay, các thiết bị máy tính v.v.
- Mạch điều khiển ASIC 30, 300 có thể được sử dụng với độ phân giải 12 bit.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật cũng sẽ hiểu rằng các dấu hiệu và các sửa đổi được mô tả trong mỗi phương án trên đây, không phải là sự loại trừ hoặc thay thế lẫn nhau trừ khi được nêu rõ, có thể được kết hợp để tạo ra các phương án khác nữa mà vẫn nằm trong phạm vi của sáng chế đã được mô tả.

## YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị để tạo ra dòng điện được điều chỉnh cho phụ tải điện bao gồm:

bộ điều khiển dòng điện hoạt động được ở các khoảng thời gian định trước (các chu kỳ xung nhịp) để nhận:

- i. điện áp quy chiếu đầu vào mong muốn; và
- ii. điện áp hồi tiếp thu được từ bộ chuyển mạch điện tử;

trong đó bộ điều khiển dòng điện hoạt động được để so sánh điện áp hồi tiếp với điện áp quy chiếu đầu vào mong muốn, tạo ra dòng điện được điều chỉnh cho phụ tải điện dựa trên việc tính toán thời gian ngắt mạch của bộ chuyển mạch điện tử tại mỗi chu kỳ xung nhịp và xác định dòng điện được điều chỉnh bằng cách sử dụng điện áp hồi tiếp, thời gian ngắt mạch, thời gian đóng mạch và khoảng thời gian giữa thời gian đóng mạch đến khi đo được điện áp hồi tiếp thấp nhất ở bộ chuyển mạch điện tử ở mỗi chu kỳ xung nhịp; việc tính toán thời gian ngắt mạch có thể vận hành để đạt được chế độ dẫn điện liên tục (CCM) đối với thiết bị trong các điều kiện hoạt động bình thường.

2. Thiết bị theo điểm 1, trong đó bộ chuyển mạch điện tử là MOSFET.

3. Thiết bị theo điểm 2, trong đó điện áp hồi tiếp được đo ở cực nguồn của MOSFET tại mỗi chu kỳ xung nhịp và được so sánh với điện áp hoạt động lớn nhất  $V_{refh}$  qua bộ so sánh điện áp.

4. Thiết bị theo điểm 2 hoặc 3, trong đó điện áp hồi tiếp được đo ở cực nguồn của MOSFET tại mỗi chu kỳ xung nhịp và được so sánh với điện áp hoạt động nhỏ nhất  $V_{refl}$  qua bộ so sánh điện áp.

5. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 2 đến 4, trong đó điện áp hồi tiếp được đo ở cực nguồn của MOSFET tại mỗi chu kỳ xung nhịp và được so sánh với trị số điện áp an toàn  $V_{ocp}$  qua bộ so sánh điện áp.

6. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó đối với cấu hình bộ chuyển đổi quét về một tầng, bộ điều khiển dòng điện xác định dòng điện được điều chỉnh  $I_{LED}$  dựa vào biểu thức toán học:



$$I_{LED} = \frac{T_{OFF} \left( \frac{V_{fbh}}{R_1} + \frac{V_{fbm}}{R_1} \right)}{2T}$$

trong đó  $T$  là khoảng thời gian của mỗi chu kỳ xung nhịp;  $T_{OFF}$  là khoảng thời gian ngắt mạch tại mỗi chu kỳ xung nhịp;  $R_1$  là điện trở cực nguồn của MOSFET;  $V_{fbh}$  là điện áp hồi tiếp lớn nhất được đo ở cực nguồn của MOSFET tại mỗi chu kỳ xung nhịp;

và  $V_{fbm}$  được xác định dựa vào biểu thức toán học sau:

$$V_{fbm} = \frac{T_{on}V_{fbl} - T_wV_{fbh}}{T_{on} - T_w}$$

trong đó  $T_{ON}$  là thời gian đóng mạch của MOSFET tại mỗi khoảng thời gian chuyển mạch; và  $T_w$  là thời gian từ tín hiệu đóng mạch của MOSFET đến điện áp hồi tiếp nhỏ nhất  $V_{fbl}$  được đo ở cực nguồn của MOSFET tại mỗi chu kỳ xung nhịp.

7. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó đối với kết cấu thuận một tầng, cấu hình đẩy-kéo hoặc bộ điều khiển trở DC-DC, bộ điều khiển dòng điện xác định dòng điện được điều chỉnh  $I_{LED}$  dựa vào biểu thức toán học:

$$I_{LED} = \frac{\frac{V_{fbm}}{R_1} + \frac{V_{fbh}}{R_1}}{2}$$

trong đó  $R_1$  là điện trở cực nguồn của MOSFET;  $V_{fbh}$  là điện áp hồi tiếp lớn nhất được đo ở cực nguồn của MOSFET tại mỗi chu kỳ xung nhịp;

và  $V_{fbm}$  được xác định dựa vào biểu thức toán học sau:

$$V_{fbm} = \frac{T_{on}V_{fbl} - T_wV_{fbh}}{T_{on} - T_w}$$

trong đó  $T_{ON}$  là thời gian đóng mạch của MOSFET tại mỗi khoảng thời gian chuyển mạch; và  $T_w$  là thời gian từ tín hiệu đóng mạch của MOSFET đến điện áp hồi tiếp nhỏ nhất  $V_{fbl}$  được đo ở cực nguồn của MOSFET tại mỗi chu kỳ xung nhịp.

8. Thiết bị theo điểm 6, trong đó điện áp trên phụ tải điện  $V_{LOAD}$  được xác định dựa vào biểu thức toán học sau:

$$V_{load} = \frac{V_{IN}T_{ON} N_S}{T_{OFF} N_P}$$

trong đó  $N_P$  là số vòng quấn sơ cấp và  $N_S$  là số vòng quấn thứ cấp của bộ cảm ứng truyền (hoặc máy biến áp) trong cấu hình bộ chuyển đổi quét về.

9. Thiết bị theo điểm 7, trong đó điện áp trên phụ tải điện  $V_{LOAD}$  được xác định dựa vào biểu thức toán học sau:

$$V_{LOAD} = \frac{V_{IN}}{T_{OFF}} T$$

trong đó  $T$  là khoảng thời gian của chu kỳ xung nhịp.

10. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó điện áp đầu vào  $V_{IN}$  được sử dụng để định hình dòng điện đầu vào  $I_{IN}$  dựa vào biểu thức toán học:

$$I_{IN} = \alpha V_{IN}$$

trong đó  $\alpha$  là hệ số nhân.

11. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9, trong đó điện áp đầu vào  $V_{IN}$  được sử dụng để định hình dòng điện đầu vào  $I_{IN}$  dựa vào biểu thức toán học sau:

$$I_{IN} = \alpha V_{IN}$$

trong đó  $\alpha$  là hệ số nhân.

12. Phương pháp tạo ra dòng điện được điều chỉnh cho phụ tải điện bao gồm các bước:

tiếp nhận điện áp quy chiếu đầu vào mong muốn từ bộ điều khiển dòng điện; và thu được điện áp hồi tiếp từ bộ chuyển mạch điện tử ở các khoảng thời gian định trước;

trong đó bộ điều khiển dòng điện hoạt động được để so sánh điện áp hồi tiếp với điện áp quy chiếu đầu vào mong muốn, tạo ra dòng điện được điều chỉnh cho phụ tải điện dựa trên việc tính toán thời gian ngắt mạch của bộ chuyển mạch điện tử tại mỗi khoảng thời gian định trước và xác định dòng điện được điều chỉnh bằng cách sử dụng điện áp hồi tiếp, thời gian ngắt mạch, thời gian đóng mạch và khoảng thời gian giữa thời gian đóng mạch đến khi đo được điện áp hồi tiếp thấp nhất ở bộ chuyển mạch điện tử ở mỗi chu kỳ xung nhịp; trong đó việc tính toán thời gian ngắt mạch hoạt động được để đạt được chế độ dẫn điện liên tục (CCM) đối với thiết bị trong các điều kiện hoạt động bình thường.

13. Phương pháp theo điểm 12, trong đó bộ chuyển mạch điện tử là MOSFET.

14. Phương pháp theo điểm 13, trong đó điện áp hồi tiếp được đo ở cực nguồn của MOSFET tại mỗi chu kỳ xung nhịp và được so sánh với điện áp hoạt động lớn nhất  $V_{refh}$  qua bộ so sánh điện áp.

15. Phương pháp theo điểm 13 hoặc 14, trong đó điện áp hồi tiếp được đo ở cực nguồn của MOSFET tại mỗi chu kỳ xung nhịp và được so sánh với điện áp hoạt động nhỏ nhất  $V_{refl}$  qua bộ so sánh điện áp.

16. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 13 đến 15, trong đó điện áp hồi tiếp được đo ở cực nguồn của MOSFET tại mỗi chu kỳ xung nhịp và được so sánh với trị số điện áp an toàn  $V_{ocp}$  qua bộ so sánh điện áp.

17. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 12 đến 15, trong đó đối với cấu hình bộ chuyển đổi quét về một tầng bộ điều khiển dòng điện xác định dòng điện được điều chỉnh  $I_{LED}$  dựa vào biểu thức toán học:

$$I_{LED} = \frac{T_{OFF} \left( \frac{V_{fbh}}{R_1} + \frac{V_{fbm}}{R_1} \right)}{2T}$$

trong đó  $T$  là khoảng thời gian của mỗi chu kỳ xung nhịp;  $T_{OFF}$  là khoảng thời gian ngắt mạch tại mỗi chu kỳ xung nhịp;  $R_1$  là điện trở cực nguồn của MOSFET;  $V_{fbh}$  là điện áp hồi tiếp lớn nhất được đo ở cực nguồn của MOSFET tại mỗi chu kỳ xung nhịp;

và  $V_{fbm}$  được xác định dựa vào biểu thức toán học sau:

$$V_{fbm} = \frac{T_{on} V_{fbt} - T_w V_{fbh}}{T_{on} - T_w}$$

trong đó  $T_{ON}$  là thời gian đóng mạch của MOSFET tại mỗi khoảng thời gian chuyển mạch; và  $T_w$  là thời gian từ tín hiệu đóng mạch của MOSFET đến điện áp hồi tiếp nhỏ nhất  $V_{fbt}$  được đo ở cực nguồn của MOSFET tại mỗi chu kỳ xung nhịp.

18. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 12 đến 15, trong đó đối với kết cấu thuận một tầng, cấu hình đẩy-kéo hoặc bộ điều khiển trở DC-DC, bộ điều khiển dòng điện xác định dòng điện được điều chỉnh  $I_{LED}$  dựa vào biểu thức toán học:

$$I_{LED} = \frac{\frac{V_{fbm}}{R_1} + \frac{V_{fbh}}{R_1}}{2}$$

trong đó  $R_1$  là điện trở cực nguồn của MOSFET;  $V_{fbh}$  là điện áp hồi tiếp lớn nhất được đo ở cực nguồn của MOSFET tại mỗi chu kỳ xung nhịp;

và  $V_{fbm}$  được xác định dựa vào biểu thức toán học sau:

$$V_{fbm} = \frac{T_{on} V_{fbl} - T_w V_{fbh}}{T_{on} - T_w}$$

trong đó  $T_{ON}$  là thời gian đóng mạch của MOSFET tại mỗi khoảng thời gian chuyển mạch; và  $T_w$  là thời gian từ tín hiệu đóng mạch của MOSFET đến điện áp hồi tiếp nhỏ nhất  $V_{fbl}$  được đo ở cực nguồn của MOSFET tại mỗi chu kỳ xung nhịp.

19. Phương pháp theo điểm 17, trong đó điện áp trên phụ tải điện  $V_{LOAD}$  được xác định dựa vào biểu thức toán học sau:

$$V_{load} = \frac{V_{IN} T_{ON} N_S}{T_{OFF} N_P}$$

trong đó  $N_P$  là số vòng quấn sơ cấp và  $N_S$  là số vòng quấn thứ cấp của bộ cảm ứng truyền (hoặc máy biến áp) trong cấu hình bộ chuyển đổi quét về.

20. Phương pháp theo điểm 18, trong đó điện áp trên phụ tải điện  $V_{LOAD}$  được xác định dựa vào biểu thức toán học sau:

$$V_{LOAD} = \frac{V_{IN}}{T_{OFF}} T$$

trong đó  $T$  là khoảng thời gian của chu kỳ xung nhịp.

21. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 12 đến 20, trong đó điện áp đầu vào  $V_{IN}$  được sử dụng để định hình dòng điện đầu vào  $I_{IN}$  dựa vào biểu thức toán học sau:

$$I_{IN} = \alpha V_{IN}$$

trong đó  $\alpha$  là hệ số nhân.

22. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 12 đến 20, trong đó điện áp đầu vào  $V_{IN}$  được sử dụng để định hình dòng điện đầu vào  $I_{IN}$  dựa vào biểu thức toán học sau:

$$I_{IN} = \alpha V_{IN}$$

trong đó  $\alpha$  là hệ số nhân.

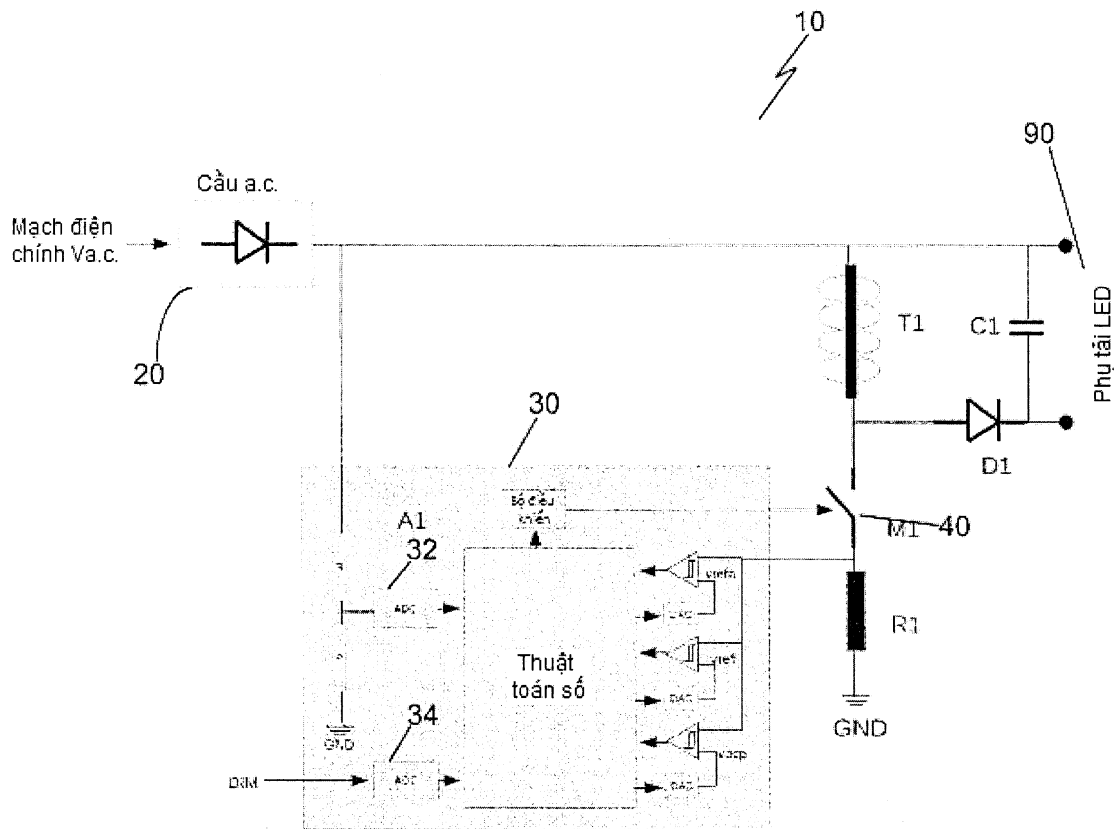


Fig. 1

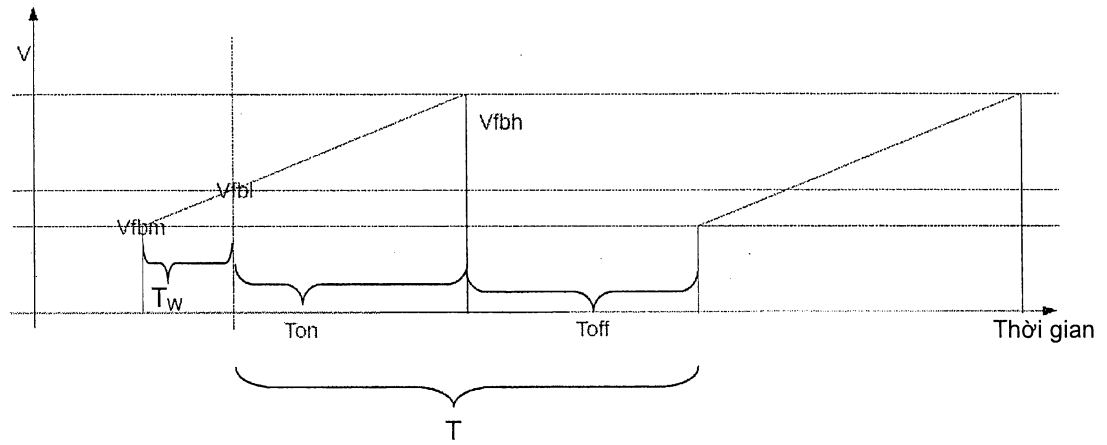


Fig. 2

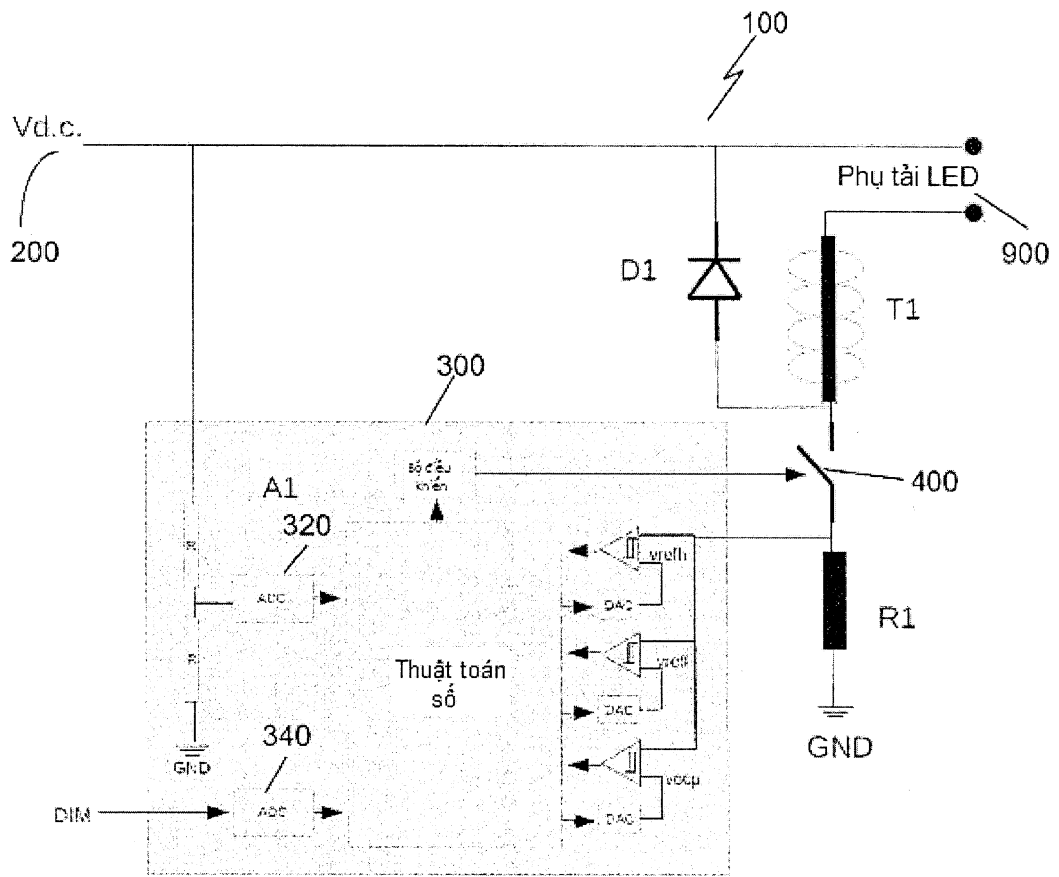


Fig. 3