

TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI

KHOA ĐIỆN – ĐIỆN TỬ



BÁO CÁO MÔN NGUỒN ĐIỆN

Đề tài: Thiết kế mạch boost sử dụng IC555

Họ và tên sinh viên: Nguyễn Hữu Bắc

Mã sinh viên: 191404086

Lớp: Điện tử tin học công nghiệp 2-K60

Giảng viên hướng dẫn: Phạm Thanh Huyền

Hà Nội, 11/2022

MỤC LỤC

Lời giới thiệu.....	2
I.Phân tích nhiệm vụ.....	3
1.1 Đề tài.....	3
1.2 Mục đích nghiên cứu.....	3
1.2 Phạm vi nghiên cứu.....	3
1.4 Nội dung nghiên cứu.....	3
II.TÌM HIỂU MẠCH BOOST.....	4
2.1 Cấu tạo và sơ đồ nguyên lý.....	4
2.2 Nguyên lý hoạt động.....	4
2.3 Ứng dụng.....	5
III. TÌM HIỂU IC555.....	5
3.1 Cấu tạo và thông số kỹ thuật IC 555.....	5
3.2 Chức năng hoạt động.....	6
3.1 Chức năng hoạt động của từng chân.....	6
3.1 Ứng dụng của IC555 trong mạch boost.....	7
IV. TÍNH TOÁN LỰA CHỌN LINH KIỆN.....	8
V. MÔ PHỎNG.....	11
VI. THIẾT KẾ MẠCH NGUYÊN LÝ VÀ MẠCH IN.....	17
6.1 Vẽ mạch nguyên lý trong Altium.....	17
6.2 Vẽ mạch in trong Altium.....	18
VII. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM.....	18
7.1 Mạch in boost converter.....	18
7.2 Nguồn đầu vào.....	18
7.2 Kết quả đo.....	20
VIII. KẾT LUẬN.....	20

LỜI GIỚI THIỆU

Trong lĩnh vực kỹ thuật hiện đại ngày nay, việc chế tạo ra các bộ chuyển đổi nguồn có chất lượng điện áp cao, kích thước nhỏ gọn cho các thiết bị sử dụng điện là hết sức cần thiết. Quá trình xử lý biến đổi điện áp một chiều thành điện áp một chiều khác gọi là quá trình biến đổi DC – DC với các mạch biến đổi phổ biến như buck converter, boost converter, flyback converter... đã được học trong học phần Nguồn điện. Trong học phần này với yêu cầu thiết kế một mạch điện tử công suất, em đã lựa chọn đề tài: “Thiết kế mạch DC DC boost converter(5VDC -> 12VDC) sử dụng IC555”. Em xin chân thành cảm ơn thầy Đào Đức Thịnh đã tận tình dạy em về lý thuyết các mạch. Do còn việc hạn chế về trình độ ngoại ngữ, chuyên môn và thiếu kinh nghiệm làm bài nên bài báo cáo của em còn nhiều khiếm khuyết, sai sót. Em mong nhận được nhiều ý kiến đóng góp cũng như những lời khuyên hữu ích từ thầy có thể thấy rõ những điều cần nghiên cứu bổ sung, giúp cho việc xây dựng đề tài đạt đến kết quả hoàn thiện hơn và tạo tiền đề cho em sau này

I. PHÂN TÍCH NHIỆM VỤ

1.1 Đề tài

Thiết kế mạch DC-DC boost converter sử dụng IC 555 yêu cầu kỹ thuật:

$V_{in}=5(V)$

$V_{out}=12(V)$

$R_{tải}=50(Ohm)$

$$\frac{\Delta V_c}{V_c} = 5\%$$

1.2 Mục đích nghiên cứu

Giúp sinh viên nắm vững thiết kế và sử dụng và biết áp dụng vào thực tiễn. Làm quen với các phần mềm mô phỏng thiết kế và làm mạch thật

1.3 Phạm vi nghiên cứu

Dựa trên kiến thức đã học trong học phần nguồn điện

Tìm hiểu các phần mềm thiết kế và mô phỏng mạch điện qua các môn khác như: thiết kế điện tử, vi xử lý, ...

1.4 Nội dung nghiên cứu

Bao gồm:

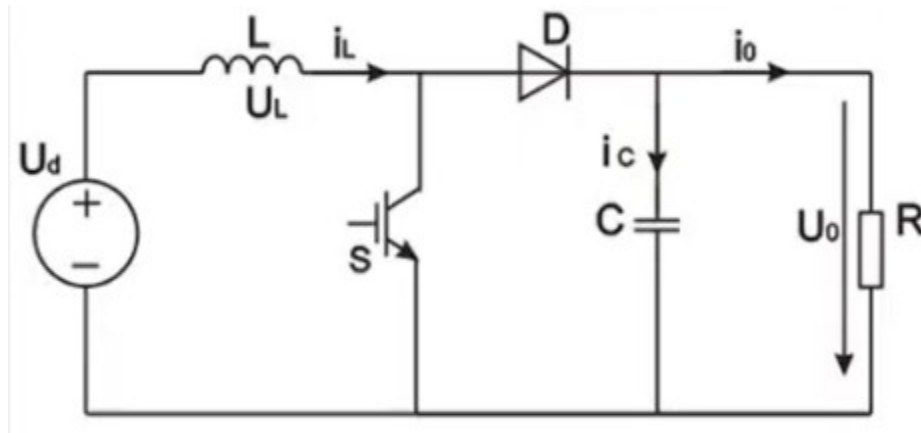
- TÌM HIỂU MẠCH BOOST
- TÌM HIỂU IC 555
- TÍNH TOÁN LỰA CHỌN LINH KIỆN
- MÔ PHỎNG
- THIẾT KẾ MẠCH NGUYÊN LÝ VÀ MẠCH IN
- KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM
- KẾT LUẬN

II. TÌM HIỂU MẠCH BOOST

2.1 Cấu tạo và sơ đồ nguyên lý

Mạch tăng áp (DC-DC boost converter) là bộ chuyển đổi nguồn DC sang DC có chức năng tăng điện áp (trong khi giảm dòng điện) từ đầu vào (nguồn cung cấp) đến đầu ra (tải)

Nguồn cho mạch tăng áp có thể đến từ bất kỳ nguồn DC phù hợp nào, chẳng hạn như pin lion, pin mặt trời, bộ chỉnh lưu và máy phát điện một chiều.



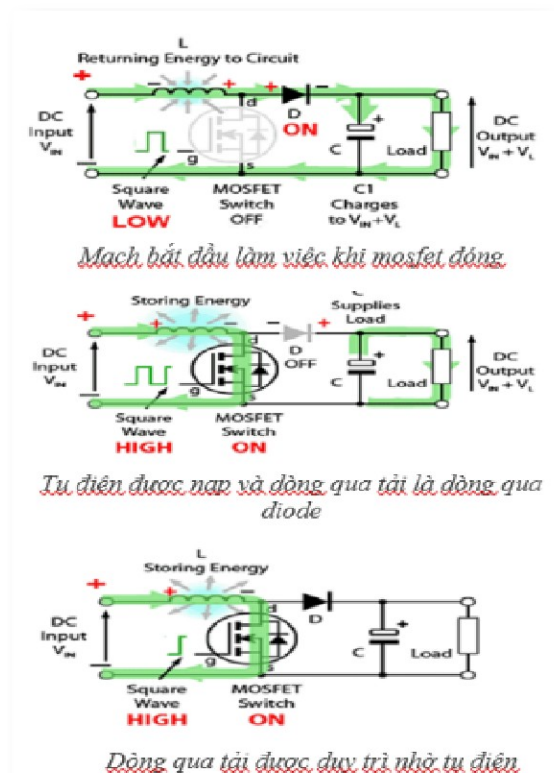
Hình 1: Sơ đồ nguyên lý mạch boost

2.2 Nguyên lý hoạt động

Khi Mosfet dẫn (kích vào chân S) lúc này điện áp trên L bằng V_{in}, lúc này diode D ngắt do bị phân cực ngược và nó sẽ cắt mạch tải ra khỏi nguồn đồng thời dòng trong cuộn dây L sẽ xuất hiện và tăng dần từ giá trị ban đầu là I_{min} lúc này dòng qua tải được duy trì nhờ tụ C đóng vai trò là nguồn (Tụ C phóng).

Đến thời điểm ta cho Mosfet ngắt lúc này trên cuộn dây L xuất hiện một điện áp tự cảm chống lại sự giảm dòng I. Điện áp tự cảm này cộng với nguồn V_{in} có chiều dương đặt vào chân Anot của diode làm diode dẫn ngay lập tức và nó nạp bổ xung cho tụ C.

Quá trình như vậy cứ lặp đi lặp ra và có điện áp cấp cho tải. Hình bên diễn tả rõ hơn



Hình 2: Nguyên lý hoạt động mạch

boost

2.3 Ứng dụng

Làm mạch desunfat bảo dưỡng ắc quy, cấp nguồn cho các thiết bị đòi hỏi điện áp cao cỡ vài chục Vôn nhưng nguồn cấp có điện áp thấp (1.5V hay 3V...). Nâng áp trong các mạch nguồn xung như TV, LED

III. TÌM HIỂU IC 555

3.1 Cấu tạo và thông số kỹ thuật IC 555

Cấu tạo của 1 IC NE555 gồm có một bộ OP – AMP dùng để so sánh điện áp, 1 mạch lật và transistor giúp xả điện. Cấu tạo rất đơn giản nhưng nó được coi là một mạch tích hợp hoạt động rất tốt và có độ chính xác khá cao.



Hình 3: Sơ đồ chân

Cấu tạo bên trong gồm có 3 điện trở được mắc nối tiếp để có thể chia điện áp nguồn (Vcc) thành 3 phần giúp tạo nên một điện áp chuẩn. Điện áp $\frac{1}{3}$ Vcc sẽ được nối với chân dương của OP – AMP 1 và điện áp $\frac{2}{3}$ Vcc còn lại sẽ được nối với chân âm của OP – AMP 2. Trong trường hợp khi điện áp ở chân 2 nhỏ hơn $\frac{1}{3}$ Vcc thì chân S= và lúc này FF kích hoạt. Khi điện áp ở chân số 6 mà lớn hơn $\frac{2}{3}$ Vcc thì chân R của FF= và FF sẽ được reset.

Với đặc tính của IC 555 thì chân cấp nguồn sẽ được hoạt động với dải điện áp từ 2.0 – 18V, cùng với đó là chuẩn đầu ra tương thích TTL khi được cấp nguồn 5V với dòng điện rút và áp có thể lên đến 200mA.

Thông số chuẩn của IC 555 sẽ được liệt kê như sau:

- Với nguồn điện áp đầu vào nằm trong dải từ 2 – 18V;
- Dòng điện tiêu thụ: 6 – 15mA;
- Công suất tiêu thụ lớn nhất (Pmax): 600mW;
- Điện áp logic đầu ra ở mức cao (mức 1): 0.5 – 15V;
- Điện áp logic đầu ra ở mức thấp (mức 0): 0.03 – 0.06V;

3.2 Chức năng hoạt động

Trong một số trường hợp khi điện áp mức ngưỡng (Threshold) và điện áp kích (Trigger) lần lượt là $\frac{2}{3}$ và $\frac{1}{3}$ so với điện áp nguồn Vcc. Với các mức độ điện áp này thì có thể sẽ bị thay đổi bằng chân điều khiển áp (CONT).

Khi điện áp ở chân số 2 (TRIG) ở dưới mức kích thì mạch Flip – Flop sẽ ở trạng thái Set (mức 1) làm cho ngõ ra (OUT) ở mức cao (mức 1). Khi điện áp ở chân TRIG của IC 555 ở trên mức kích và đồng thời chân ngưỡng (THRES – chân 6) ở trên mức ngưỡng thì tự động mạch Flip – Flop sẽ bị reset về mức 0 và từ đó sẽ làm cho đầu ra output xuống mức 0.

Ngoài ra, khi chân RESET (chân 4) xuống mức thấp thì mạch Flip – Flop cũng sẽ bị reset khiến cho đầu ra (OUT) xuống mức 0. Khi đầu ra ở mức 0 thì lúc này DISCH (chân 7) sẽ được nối với GND.

Các chức năng của IC 555 thường được sử dụng để tạo xung, điều chế độ rộng xung (PWM), điều chế vị trí của xung (PPM) hay được sử dụng trong thu phát hồng ngoại

3.3 Chức năng hoạt động của từng chân

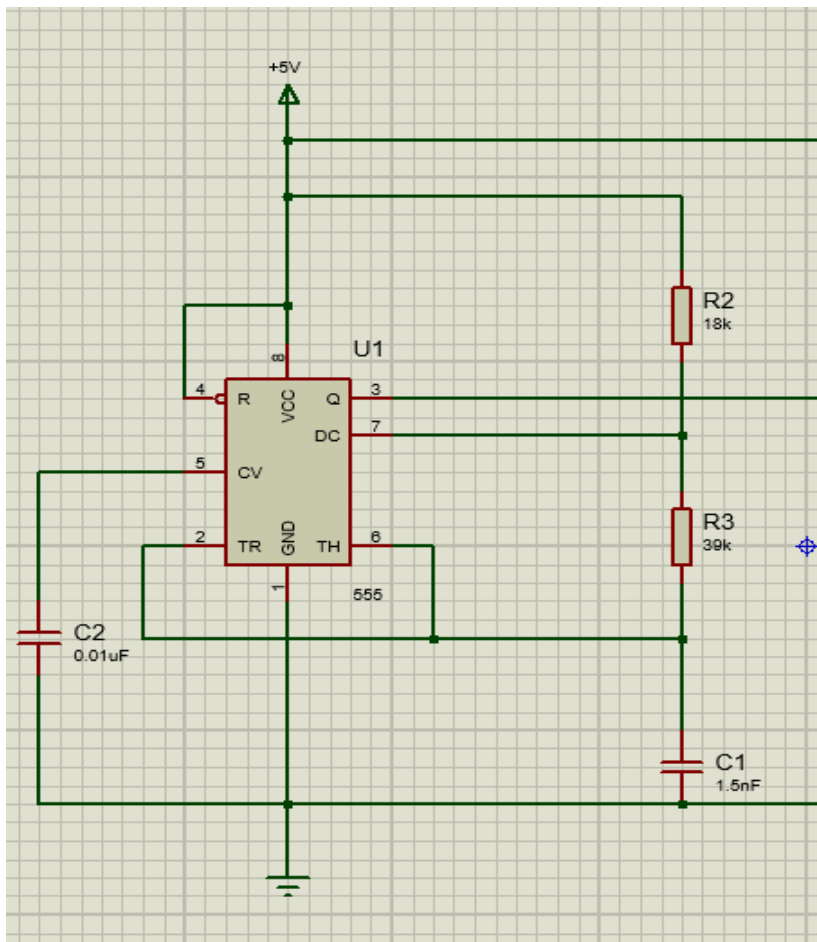
- Chân 1 (GND): Chân nối GND để giúp cung cấp dòng cho IC hay còn được gọi là mass chung.
- Chân số 2 (TRIGGER): Được biết đến là chân đầu vào thấp hơn so với điện áp so sánh và được sử dụng giống như 1 chân chốt của một tần số áp. Mạch so sánh ở đây được sử dụng là các Transistor PNP với điện áp chuẩn là $\frac{2}{3}$ Vcc.
- Chân số 3 (OUTPUT): Đây là chân được lấy tín hiệu logic đầu ra. Trạng thái tín hiệu ở chân số 3 này được xác định ở mức thấp (mức 0) và mức cao (mức 1).
- Chân số 4 (RESET): Dùng để lập định trạng thái đầu ra của IC 555. Khi chân 4 được nối với Mass thì OUTPUT sẽ ở mức 0. Còn khi chân 4 ở mức cao thì trạng thái đầu ra sẽ phụ thuộc theo mức áp trên chân số 2 và chân số 6. Trong trường hợp, muốn tạo dao động thường chân này sẽ được nối trực tiếp với nguồn Vcc.

- Chân số 5 (CONTROL VOLTAGE): Chân này được sử dụng để làm thay đổi mức điện áp chuẩn trong IC 555 theo các mức biến áp ngoài hay dùng ở các điện trở ngoài nối với chân số 1 GND.
- Chân số 6 (THRESHOLD): Là một trong những chân đầu vào để so sánh điện áp và cũng được dùng như một chân chốt.
- Chân số 7 (DISCHARGER): Đây được coi như một khóa điện tử và chịu tác động điều khiển từ tầng logic của chân 3. Khi đầu ra là chân OUTPUT ở mức 0 thì khóa này sẽ được đóng và ngược lại. Chân số 7 có nhiệm vụ tự nạp và xả điện cho mạch R-C.
- Chân số 8 (Vcc): Đây chính là nguồn cấp cho IC 555 hoạt động. Chân 8 có thể được cung cấp với mức điện áp dao động từ 2 – 18V.

3.4 Ứng dụng của IC 555 trong mạch boost

Có thể sử dụng IC này để tạo xung với tần số xác định và hệ số chu kỳ (góc dẫn) có thể dễ dàng điều chỉnh được.

Sau đây là sơ đồ mạch nguyên lý của mạch tạo dãy xung dùng IC 555



Công thức tính toán của mạch trên:

$$+ T_{on} = 0.693 * (R_2 + R_3) C_1$$

$$+ T_{off} = 0.693 * R_3 C_1$$

$$+ T = T_{on} + T_{off} = 0.693 * (R_2 + 2R_3) C_1$$

+ Tần số của dãy xung đầu ra có thể tính tương đối theo biểu thức: $F =$

$$\frac{1.44}{(R_2 + 2R_3) C_1}$$

Hình 4: Mạch tạo xung của IC555

IV. TÍNH TOÁN LỰA CHỌN LINH KIỆN

Trong Hình 4 ta có mạch tạo xung từ IC555 có giá trị của Điện trở R2 và R3 lần lượt là 10K và 39K, giá trị của tụ điện C1 là 1.5nF.

Vì vậy, R2 = 18K; R3 = 39K và 1.5nF

Hoặc có thể được viết là R1=18000 Ohms; R2=39000 Ohms, C1=1.5*10⁻⁹ Farad Thời gian (Ton) là khoảng thời gian mà xung duy trì ở mức cao (5V) trong sóng đầu ra. Điều này có thể được tính như

$$\begin{aligned}\text{Thời gian (Ton)} &= 0.693 \cdot (R2 + R3) \cdot C1 \\ &= 0.693 \cdot (18000 + 39000) \cdot 1.5 \cdot 10^{-9} \\ &= 6 \cdot 10^{-5} \text{ s} = 60 \mu\text{s}\end{aligned}$$

$$\Rightarrow \text{Ton} = 60 \mu\text{s}$$

Thời gian (Toff) là khoảng thời gian mà xung ở mức thấp (0v) trong sóng đầu ra. Nó có thể được tính như

$$\begin{aligned}\text{Thời gian thấp (Toff)} &= 0.693 \cdot R3 \cdot C1 \\ &= 0.693 \cdot 39000 \cdot 1.5 \cdot 10^{-9} \\ &= 4 \cdot 10^{-5} \text{ s} = 40 \mu\text{s}\end{aligned}$$

$$\Rightarrow \text{Toff} = 40 \mu\text{s}$$

Chu kỳ (T) là tổng của Ton và Toff.

$$\begin{aligned}T &= 0.693 \cdot (R2 + 2 \cdot R3) \cdot C1 \\ &= 0.693 \cdot (18000 + 2 \cdot 39000) \cdot 1.5 \cdot 10^{-9}\end{aligned}$$

$$= 10 \cdot 10^{-5} \text{ s} = 100 \mu\text{s}$$

$$\Rightarrow T = 100 \mu\text{s}$$

Như chúng ta đều biết tần số chỉ là nghịch đảo của thời gian. Có một số ứng dụng nhất định như điều khiển động cơ servo trong đó xung phải ở một tần số nhất định để mạch điều khiển đáp ứng. Tần số có thể được tính như

Tần số (F) là:

$$F = \frac{1.44}{(R_2 + 2R_3)C_1} = F = \frac{1.44}{(18000 + 2 \cdot 39000) \cdot 1.5 \cdot 10^{-9}} = 10000 (\text{Hz}) = 10 (\text{kHz})$$

$$\Rightarrow F = 10 \text{ kHz}$$

Tính toán lựa chọn Cuộn cảm (L), Tụ điện (C), Diode và MOSFET

Sau khi tính toán mạch tạo xung ở trên thu được tần số $F=10000(\text{Hz})$

+)Chọn cuộn cảm L

$$\text{Ta có hệ số biến đổi } D = 1 - \frac{V_{in}}{V_{out}} = 1 - \frac{5}{12} = 0.58$$

Để mạch hoạt động ở chế độ dòng liên tục :

$$L_{\min} = \frac{(1-D)^2 \cdot D \cdot R}{2F} = \frac{(1-0.58)^2 \cdot 0.58 \cdot 51}{2 \cdot 10000} = 6.2 \cdot 10^{-4} = 620 (\mu\text{H})$$

Chọn $L=150(\mu\text{H})$

+)Chọn tụ (C)

$$\text{Chọn } \Delta V_c = 5\% V_c = 0.05 \cdot 12 = 0.6 (\text{V})$$

$$\Rightarrow C > \frac{D}{R \cdot F \cdot 1.2} = \frac{0.58}{51 \cdot 10000 \cdot 1.2}$$

$$\Rightarrow C > 19 (\mu\text{F}) \quad \rightarrow \text{Chọn tụ } C = 22 (\mu\text{F})$$

+)Chọn Diode(D)

Ta có:

$$\Delta IL = \frac{V_i * D * T}{L} = \frac{V_i * D}{L * F}$$

$$i \frac{5 * 0,58}{680 * 10^{-6} * 10000} = 0.42 (A)$$

$$IL = \frac{V_{out}}{R(1-D)} = \frac{12}{51(1-0.58)} = 0.56 (A)$$

Dòng ước tính qua diode:

$$ID = (1-D)IL = (1-0.58)*0.56 = i 0.2352(A)$$

$$ID_{max} = IL_{max} = IL + \frac{\Delta IL}{2} = 0.57 + \frac{0.42}{2} = 0.783(A)$$

⇒ Chọn diode 1N4007 bởi nó có tốc độ đóng cắt nhanh giúp cho mạch điện hoạt động tốt

+)Chọn MOSFET

MOSFET : bạn cần chọn MOSFET có thể chịu được điện áp đầu ra tối đa, do đó điện áp đánh thủng của nó phải cao hơn điện áp đầu ra tối đa của bộ chuyển đổi.

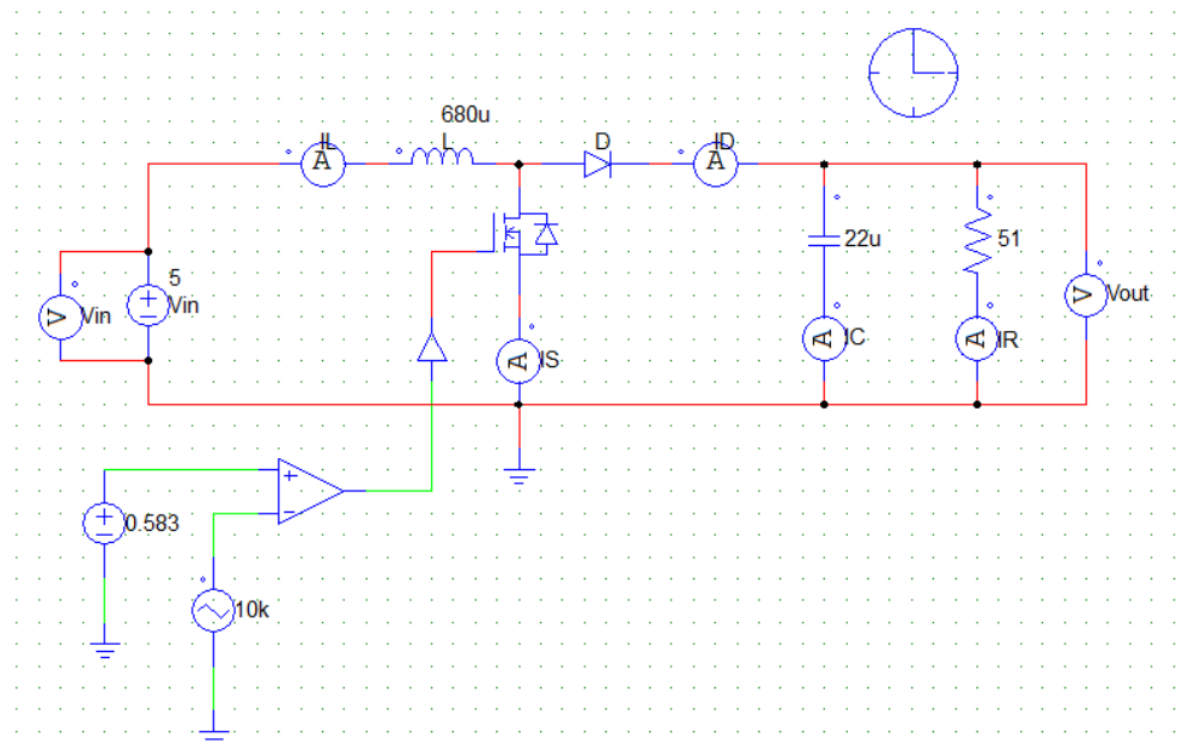
⇒ **Chọn** IRFZ44N – MOSFET kênh N

Các linh kiện sử dụng cho mạch :

- 1 IC555
- 1 IRFZ44N – MOSFET kênh N
- 1 Cuộn cảm 680uH
- 1 Điện trở 18k
- 1 Điện trở 39k
- 1 Điện trở 51 Ohm
- 1 Điốt 1N4007
- 1 Tụ điện 0.01uF
- 1 Tụ điện 1.5nF
- 1 Tụ điện 22uF

V. MÔ PHỎNG

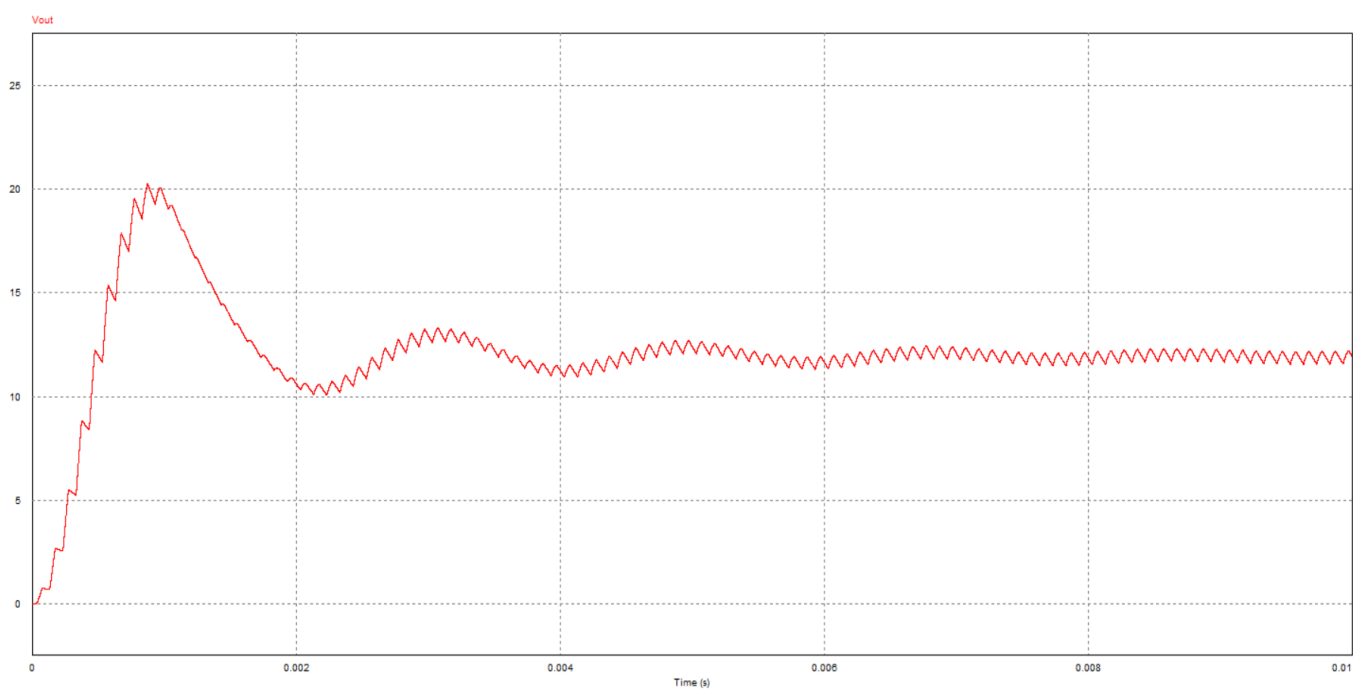
Sử dụng phần mềm Psim

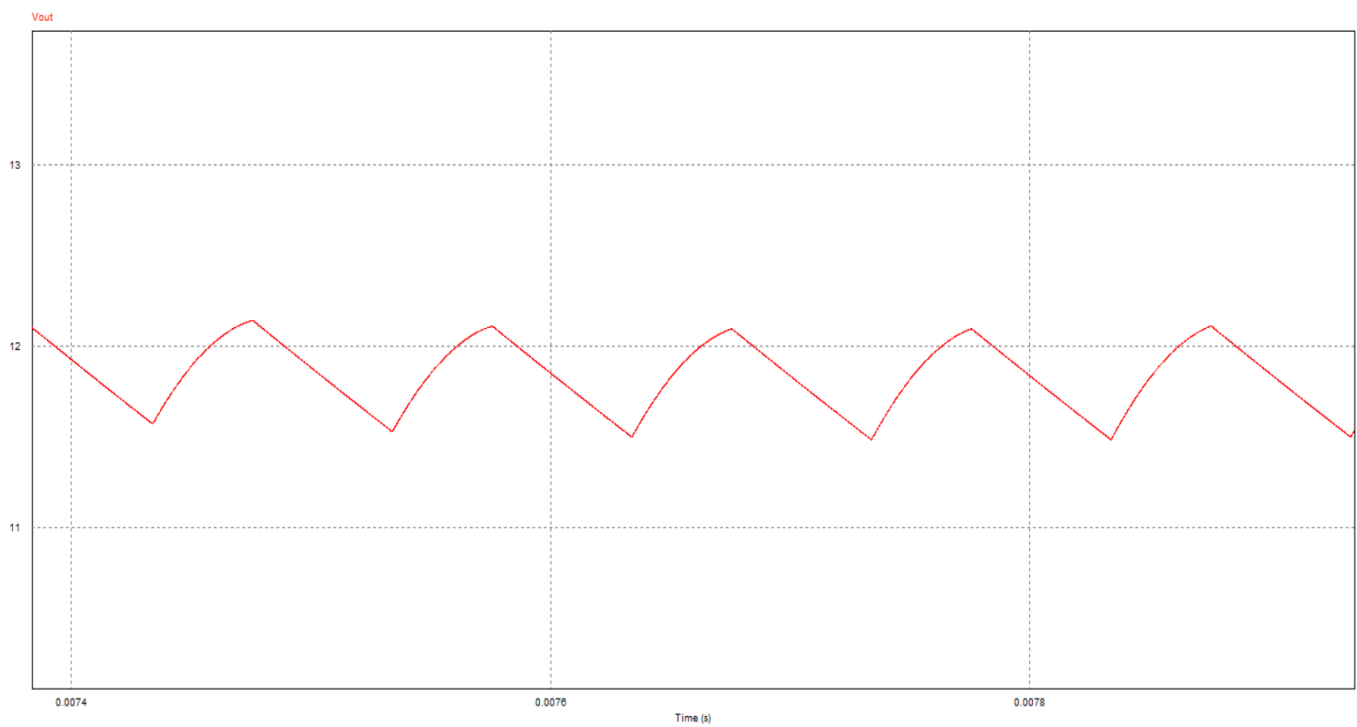


Hình 5: Mạch mô phỏng Psim

Kết quả mô phỏng

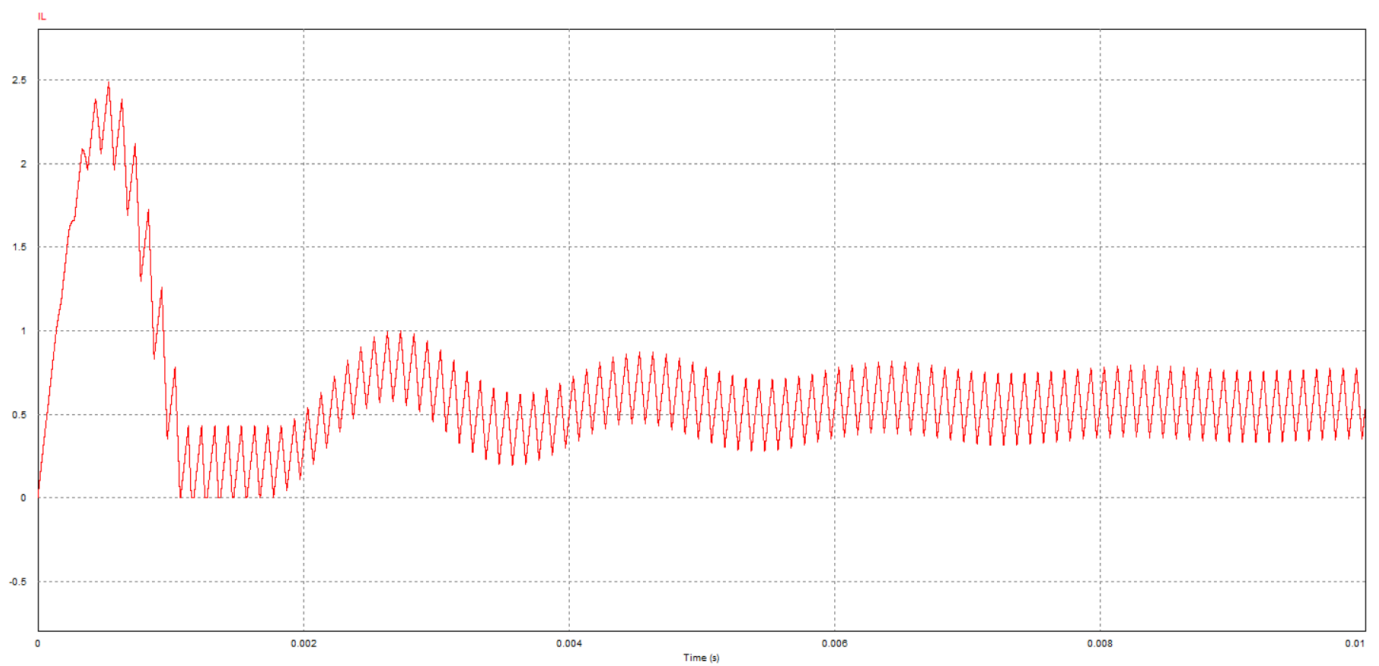
Giá trị Vout

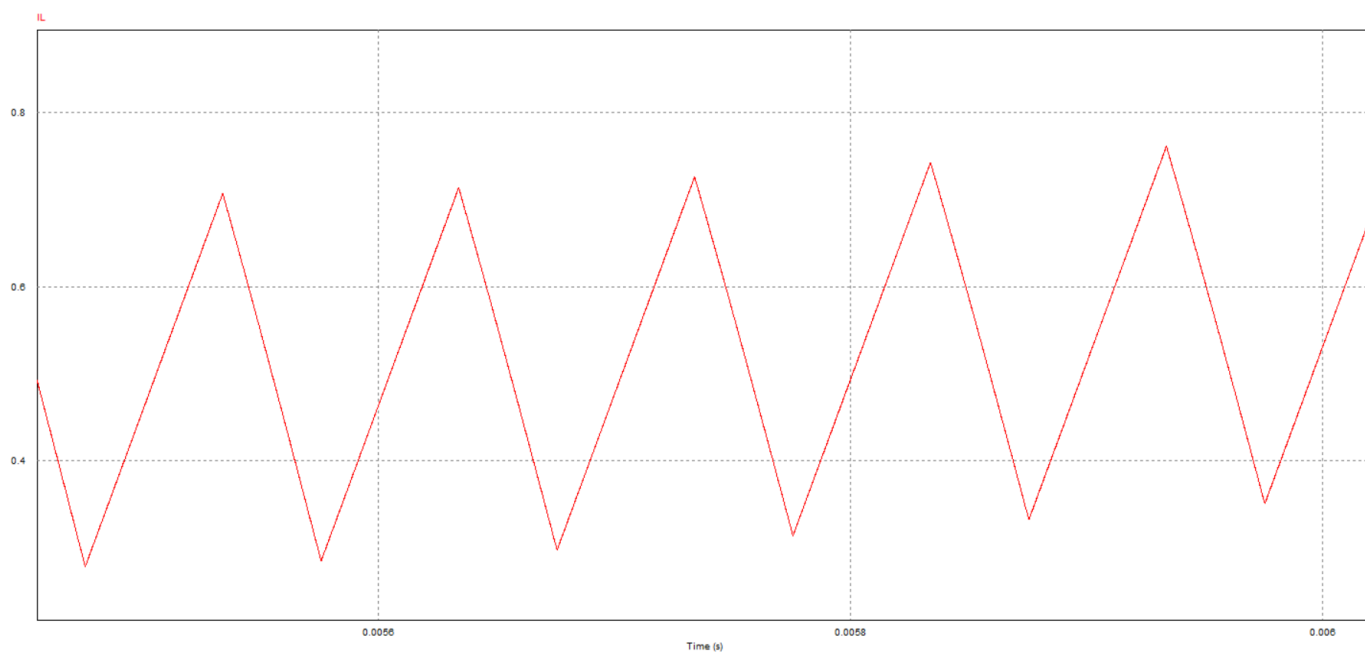




Hình 6 : Kết quả V_{out}

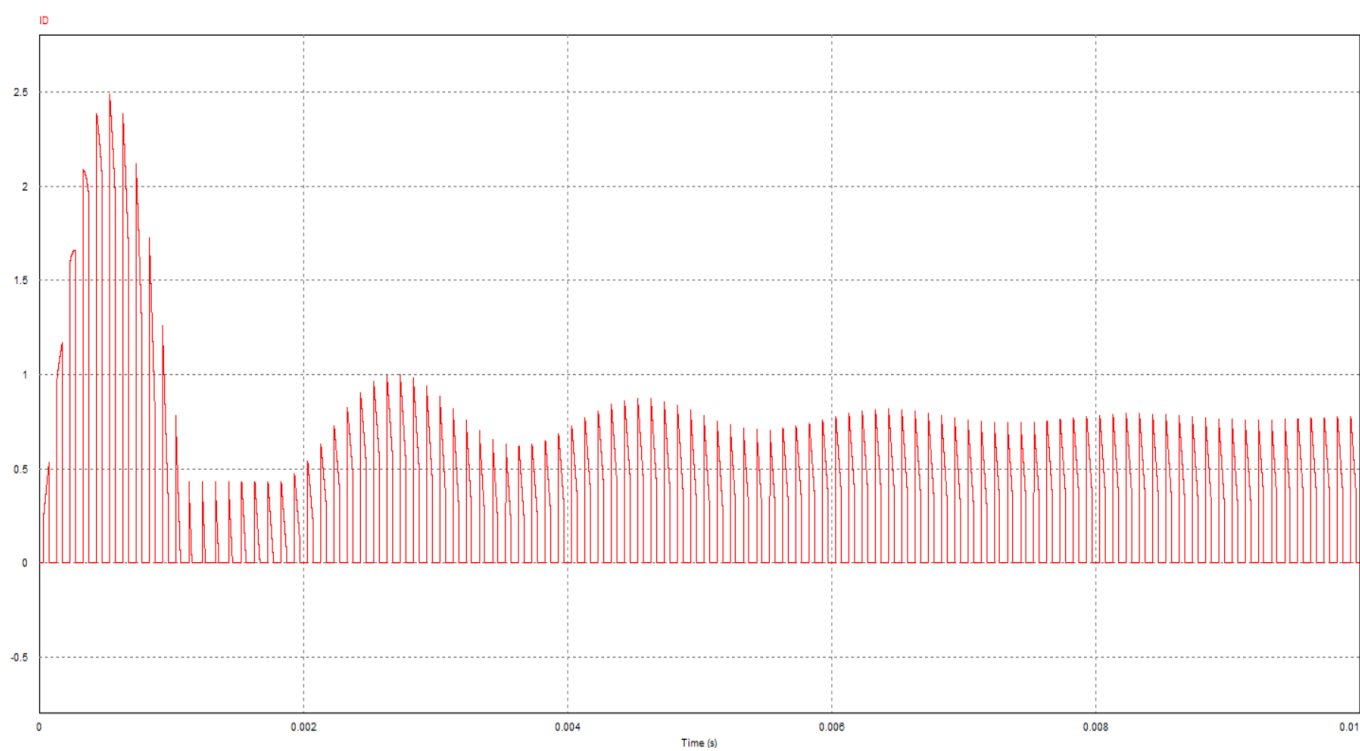
Giá trị IL

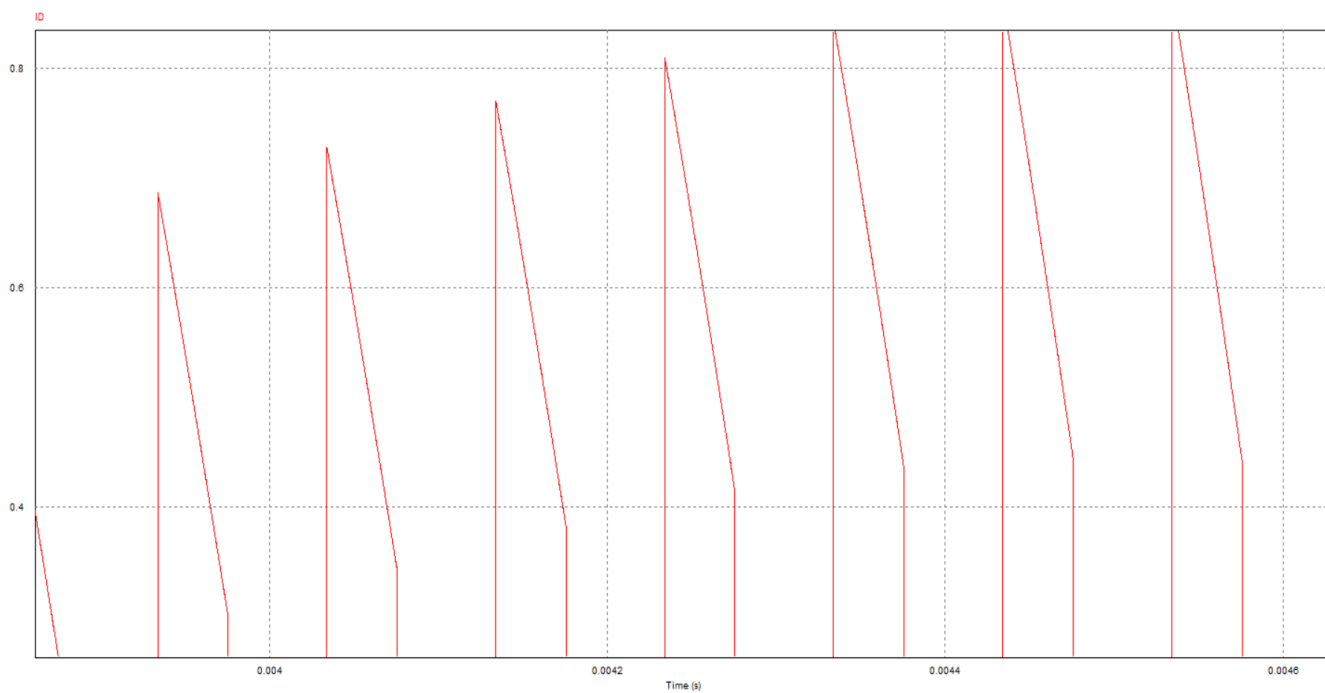




Hình 7 : Kết quả IL

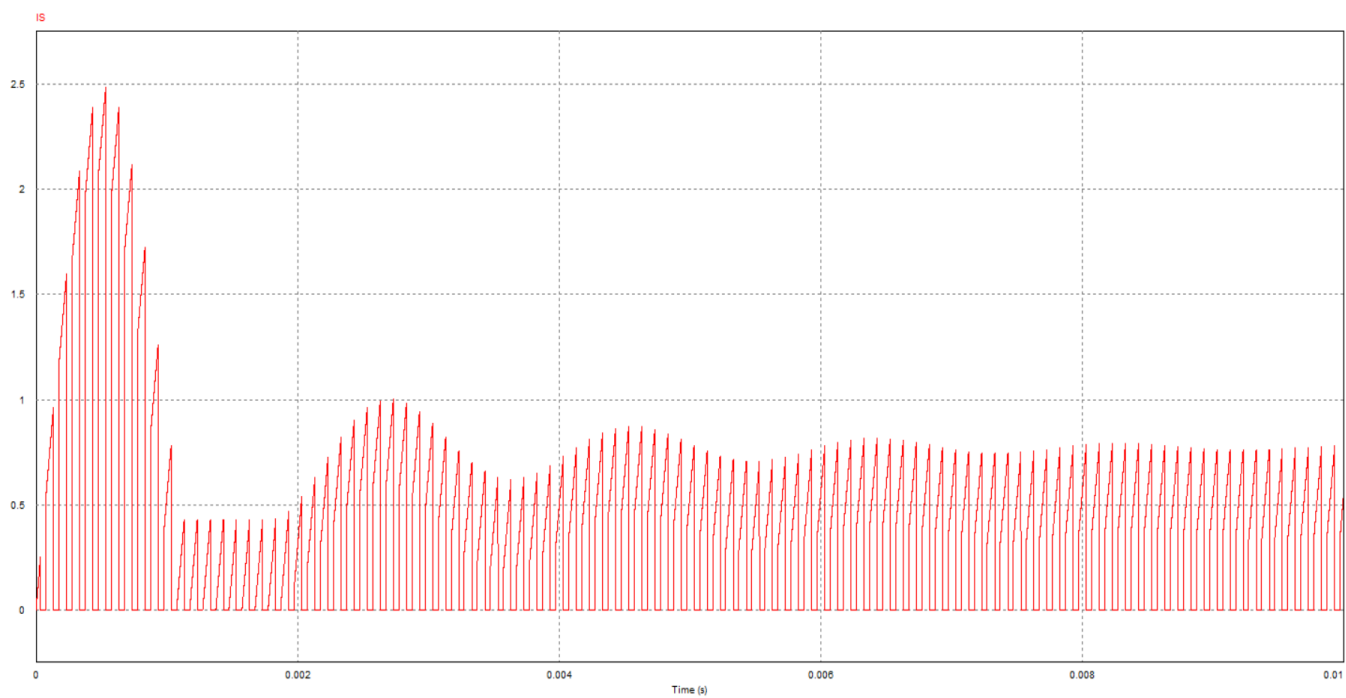
Giá trị ID

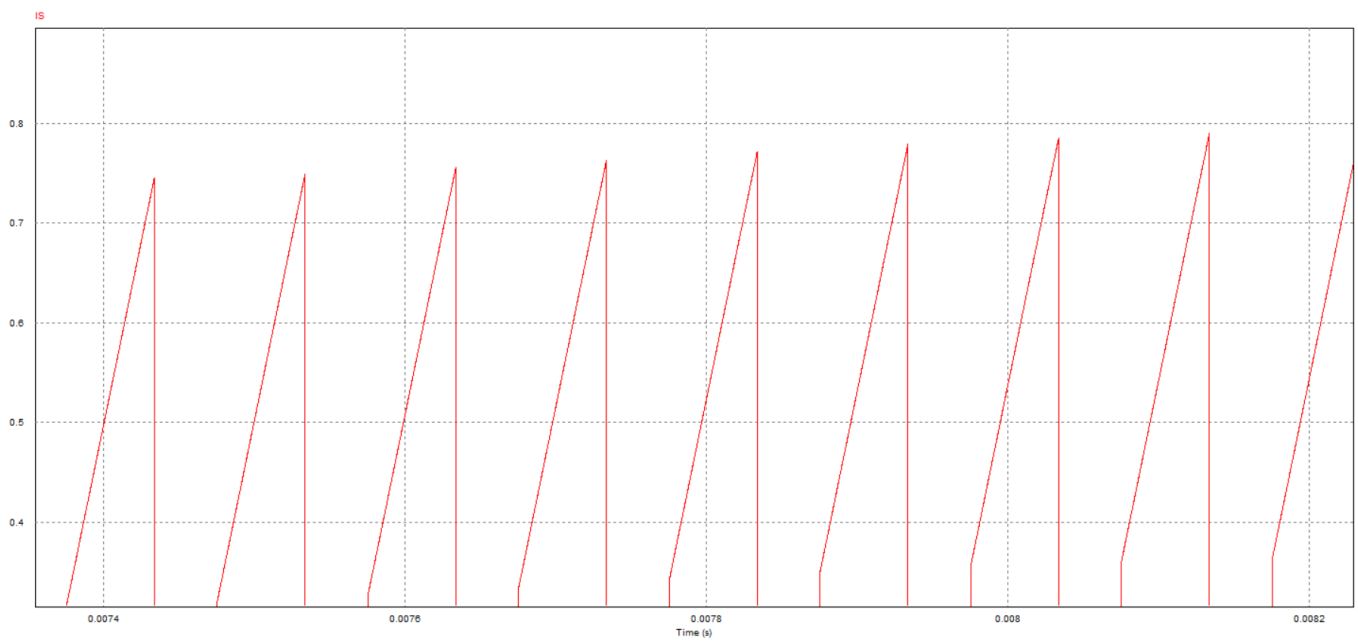




Hình 8 : Kết quả ID

Giá trị IS





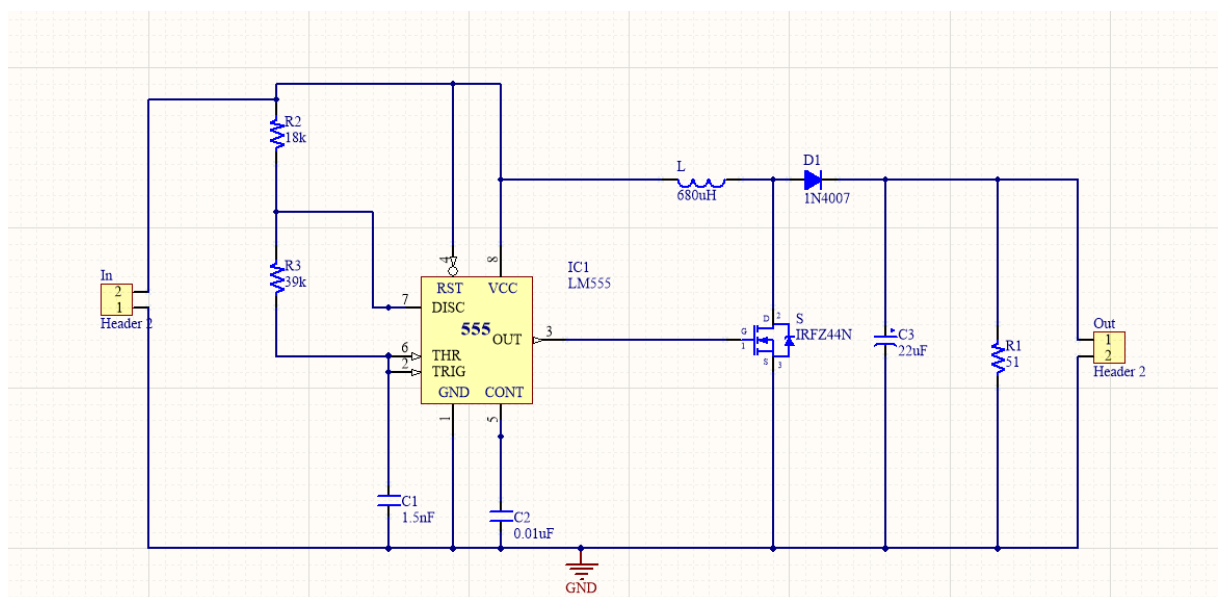
Hình 9 : Kết quả IS

Đại lượng	Giá trị trung bình	Giá trị max	Giá trị min
Vout(V)	12.053954	12.312656	11.630066
IL(A)	0.62970372	0.76586277	0.33185979
ID(A)	0.26260348	0.79130014	
IS(A)	0.36710024	0.77869099	

Bảng 1: Kết quả mô phỏng Psim

VI. THIẾT KẾ MẠCH NGUYÊN LÝ VÀ MẠCH IN

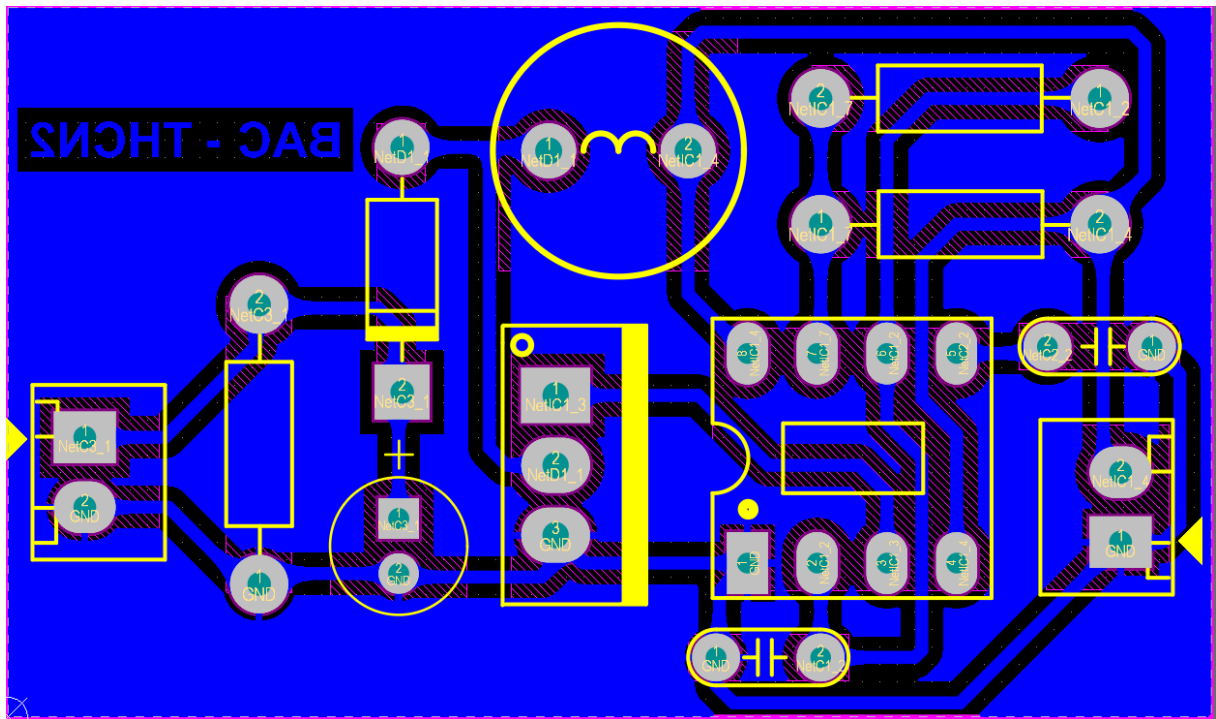
4.1 Vẽ mạch nguyên lý trong Altium



Hình 10 : Sơ đồ mạch nguyên lý (thiết kế bằng Altium)

4.2 Vẽ mạch PCB 1 lớp trong Altium

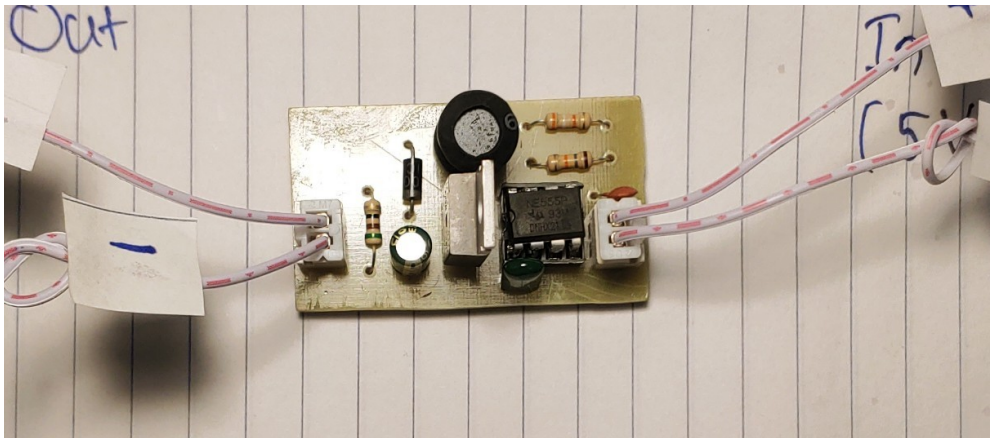
Từ sơ đồ nguyên lý ta vẽ, đi dây 1 lớp PCB



Hình 11 : Sơ đồ mạch in (thiết kế bằng Altium)

VII. Kết quả thực nghiệm

5.1 Mạch in boost converter



Hình 12 : mạch in boost converter

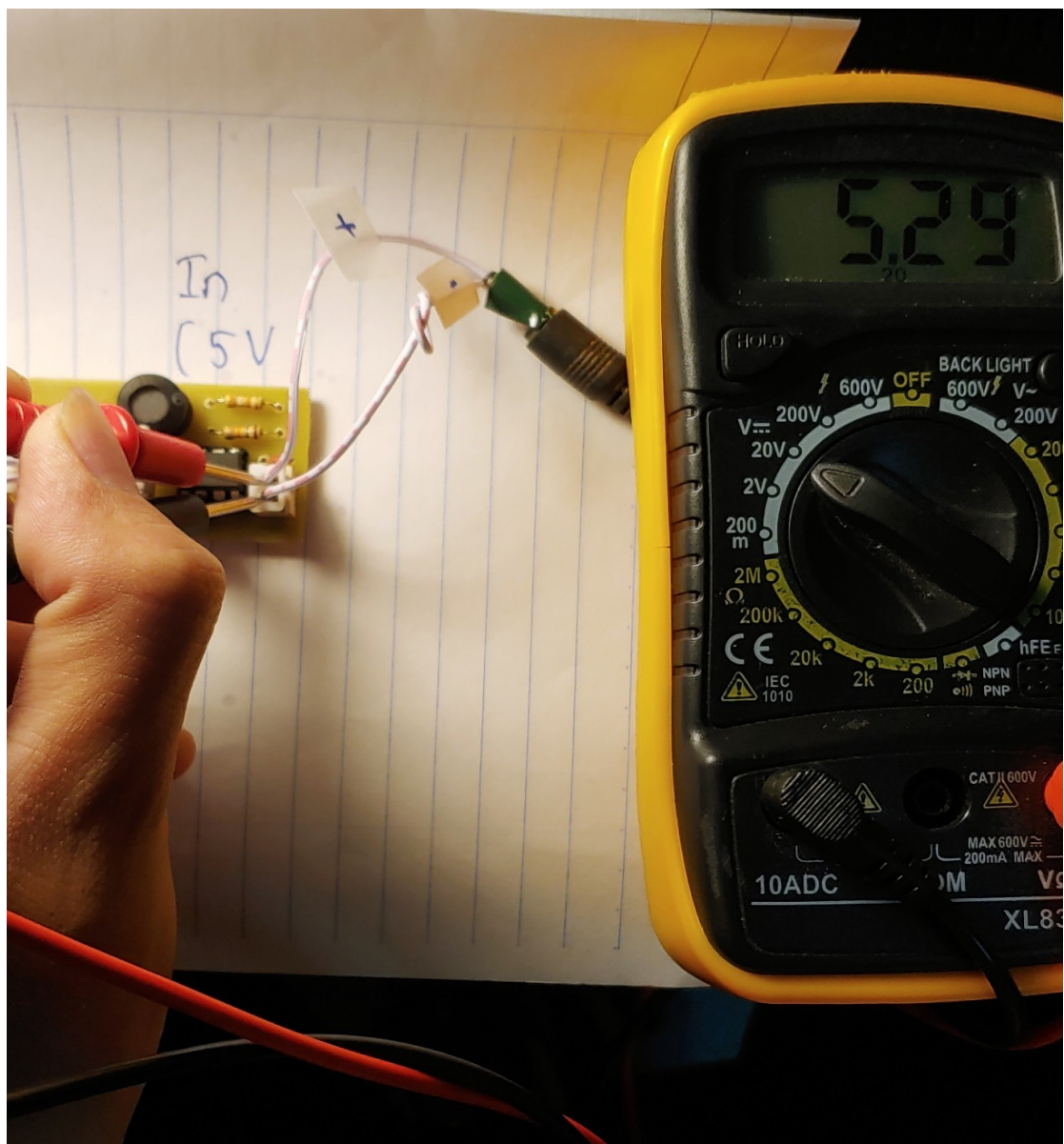
5.2 Nguồn đầu vào

Sử dụng nguồn 5V adapter

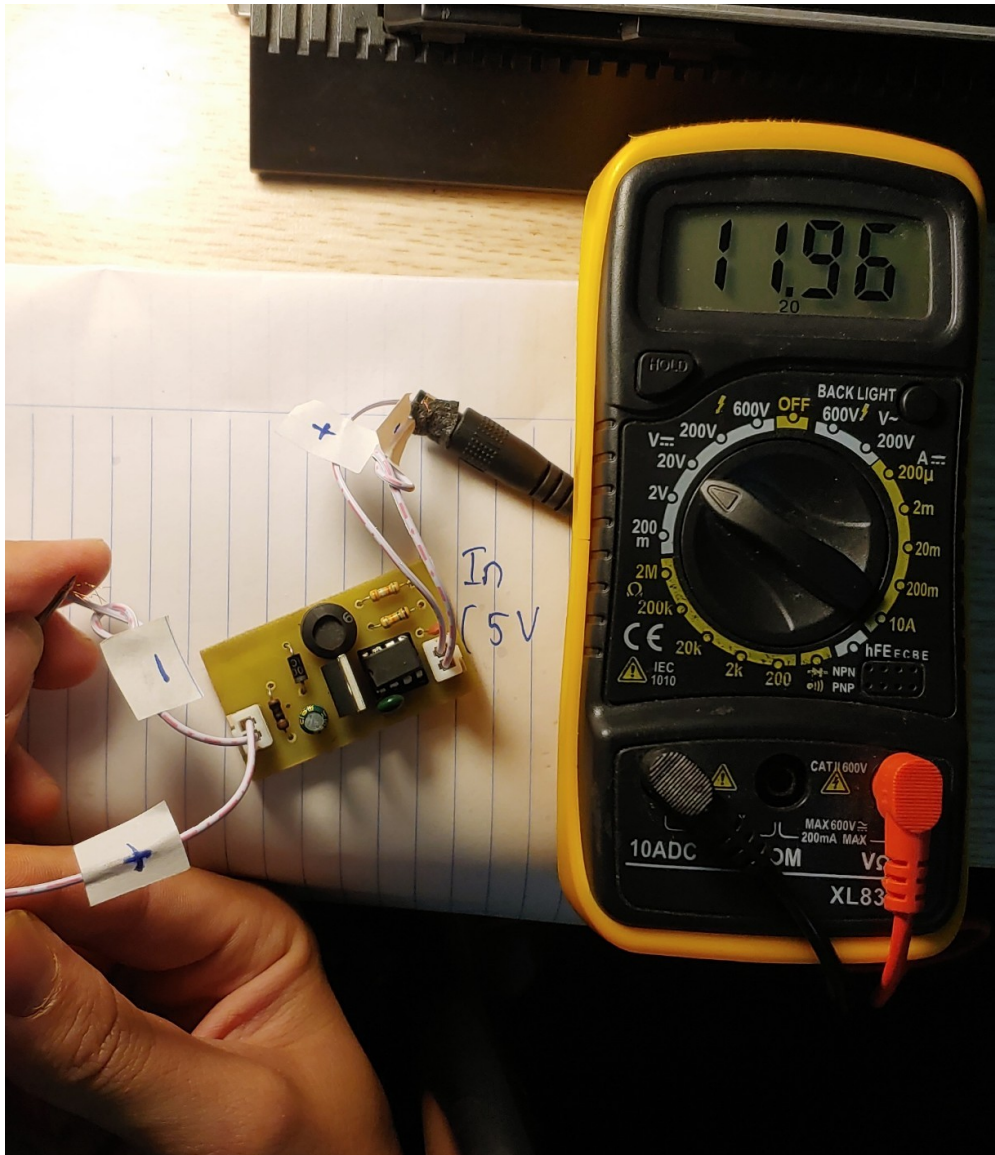


Hình 13 : nguồn 5V adapter

5.3 Kết quả đo



Hình 14 : Kết quả đo đầu vào



Hình 15 : Kết quả đo đầu ra

VIII. Kết luận

Mạch đo đã đáp ứng đầu ra vẫn có sai số, chấp nhận được do phần mềm mô phỏng là trạng thái lý tưởng

Cần tìm hiểu thêm kiến thức và làm nhiều thực nghiệm hơn để rút ra nhiều kinh nghiệm trong quá trình làm mạch

Tài liệu tham khảo

Khóa: NGUỒN ĐIỆN (csevn.com)

<https://datasheetpdf.com/>

youtube

