

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI  
KHOA: ĐIỆN - ĐIỆN TỬ**



**BÁO CÁO BÀI TẬP LỚN HỌC PHẦN  
NGUỒN ĐIỆN**

**Đề tài: DC - DC  
Boost Converter 5V - 12V**

**Giảng viên hướng dẫn: TS. Phạm Thanh Huyền**

**Sinh viên thực hiện:**

**Nguyễn Ngọc Thắng - MSV: 201404094**

**Nguyễn Mạnh Quang - MSV: 201404062**

**Nguyễn Mạnh Hùng - MSV: 201403966**

**Lớp: Kỹ Thuật Điện Tử và Tin Học Công Nghiệp 2 – K61**

*Hà Nội, 2023*

## Lời mở đầu

Trong lĩnh vực kỹ thuật hiện đại ngày nay, việc chế tạo ra các bộ chuyển đổi nguồn có chất lượng điện áp cao, chi phí rẻ, kích thước nhỏ gọn cho các thiết bị sử dụng điện là hết sức cần thiết. Quá trình 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, boost buck, flyback... Trong học phần môn nguồn điện này nhóm em sẽ tìm hiểu về cách “thiết kế mạch boost converter dc-dc”.

Em chân thành cảm ơn sự quan tâm và hướng dẫn tận tình của cô Phạm Thanh Huyền trong suốt khoảng thời gian học phần này. Với khả năng ngoại ngữ, chuyên môn và kinh nghiệm hạn chế, bài tập lớn của nhóm em còn nhiều chỗ chưa hoàn thiện. Mong rằng, chúng em có thể nhận được sự đóng góp và lời khuyên từ cô, giúp chúng em nhận ra những điểm cần cải thiện và bổ sung. Điều này sẽ hỗ trợ chúng em xây dựng đề tài một cách toàn diện hơn, làm nền tảng cho sự phát triển sau này.

# CHƯƠNG 1: PHÂN TÍCH NHIỆM VỤ

## I. PHÂN TÍCH ĐỀ TÀI

- Thiết kế mạch DC – DC boost converter với yêu cầu kỹ thuật:
  - +  $V_{in} = 5V$
  - +  $V_{out} = 12V$
  - + Độ gợn điện áp đầu ra  $< 1\%$

## II. MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU

- Học phân nguồn điện giúp chúng em nắm vững những kiến thức đã học và áp dụng vào thực tiễn, quen với việc thiết kế, làm mạch thật và đo đạc.
- Thiết kế mạch boost không quá phức tạp nhưng vẫn đạt hiệu suất chuyển đổi cao và đảm bảo ổn định.

## III. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

### Báo cáo gồm 6 chương

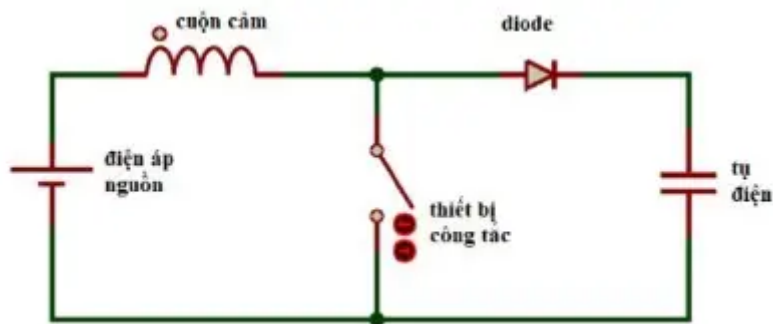
- Chương 1: Phân tích nhiệm vụ
- Chương 2: Tổng quan về mạch boost
- Chương 3: Tính toán mạch lực
- Chương 4: Mô phỏng và thiết kế mạch in
- Chương 5: Kết quả thực nghiệm
- Chương 6: Kết luận

## CHƯƠNG 2: TỔNG QUAN VỀ MẠCH BOOST

### I. KHÁI NIỆM MẠCH BOOST

#### 1. Khái niệm

Mạch boost hay mạch step-up là một trong những loại bộ chuyển đổi công tắc chế độ đơn giản nhất. Như tên gọi của nó, nó nhận một điện áp đầu vào và tăng điện áp đó lên. Mạch này gồm: cuộn cảm, một công tắc bán dẫn( MOSFET), một diode xung và một tụ điện. Cũng cần một nguồn sóng vuông tuần hoàn để điều khiển MOSFET, có thể đơn giản như bộ định thời 555 hoặc thậm chí là một vi mạch SMPS chuyên dụng như vi mạch MC34063A...



Hình 1.0- Sơ đồ mạch boost

Với chỉ một ít linh kiện để tạo ra một mạch boost, nó ít công kênh hơn biến áp xoay chiều hoặc cuộn cảm. Nó rất đơn giản vì ban đầu được phát triển vào những năm 1960 để cung cấp năng lượng cho các hệ thống điện tử trên máy bay. Yêu cầu là các mạch này phải nhỏ gọn và hiệu quả nhất có thể.

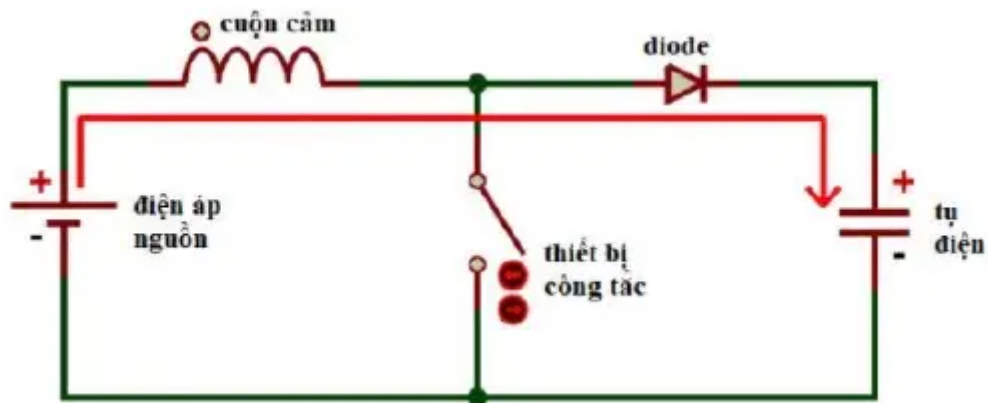
#### 2. Ưu nhược điểm của mạch boost

Với đồ án này ta sẽ thiết kế mạch boost và dùng IC định thời 555 để điều khiển mosfet sẽ có một số ưu và nhược điểm như sau:

- Thời gian đáp ứng chưa đủ nhanh.
- Mạch tổn hao nhiều do quá trình nạp xả tụ, điện trở.
- Nếu điện áp boost cao từ 7V trở lên thì phải dùng IC 555 hoạt động và mới đủ cho hiệu ứng Feedback.
- Công suất phụ thuộc vào cuộn cảm L và Mosfet, giá trị cuộn cảm cần khá lớn
- Mạch ổn định hơn do có Feedback.

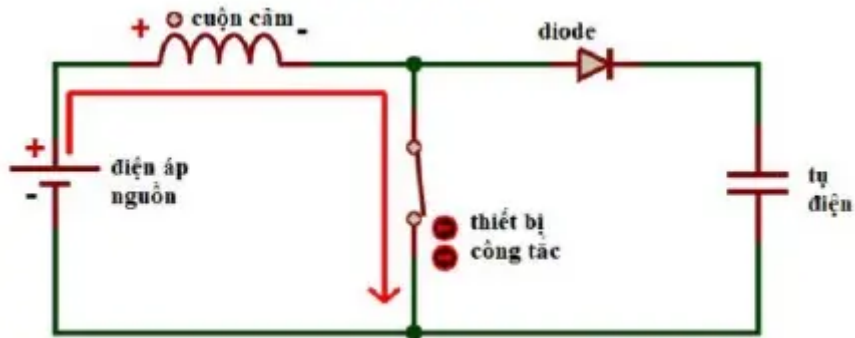
### 3. Nguyên lý mạch boost

**Giai đoạn 1:** Tụ điện đầu ra được nạp đến điện áp đầu vào trừ đi một phần sụt giảm diode



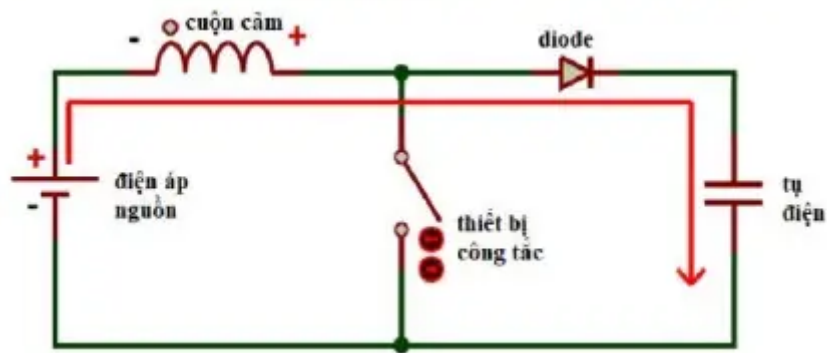
Hình 1.1- Giai đoạn 1 nguyên lý hoạt động

**Giai đoạn 2:** Khi công tắc đóng. Nguồn tín hiệu tăng cao, bật mosfet. Tất cả dòng điện chuyển hướng qua mosfet thông qua cuộn cảm, tụ điện đầu ra vẫn được sạc vì nó không thể phóng qua diode phân cực ngược. Nguồn điện sẽ không bị đoản mạch ngay lập tức vì cuộn cảm làm cho dòng điện tăng lên từ từ. Ngoài ra một từ trường hình thành xung quanh cuộn cảm, lưu ý đến cực của điện áp đặt trên cuộn cảm.

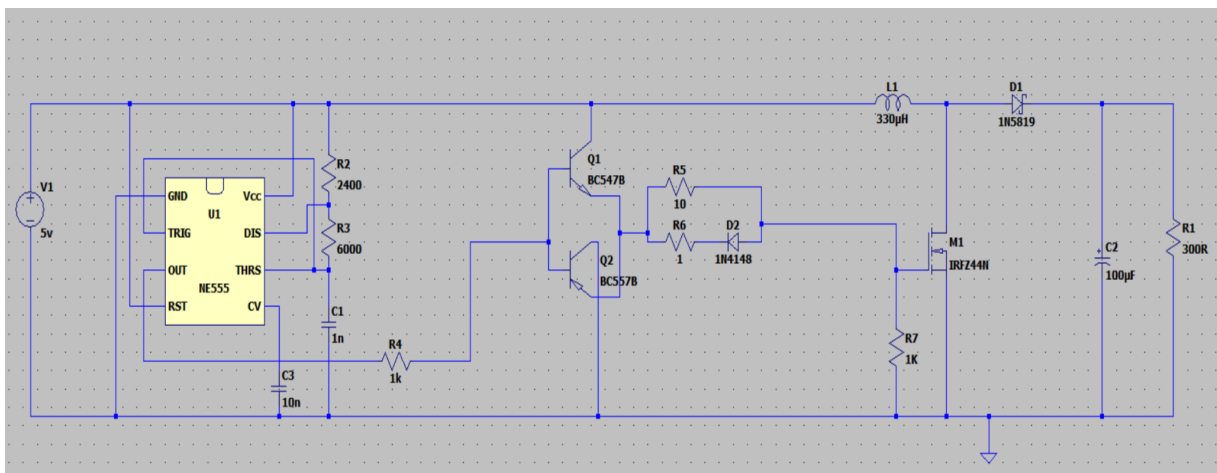


Hình 1.2-Giai đoạn 2 nguyên lý hoạt động

**Giai đoạn 3:** Mosfet bị tắt và dòng Mosfet bị tắt và dòng điện đến cuộn cảm bị dừng đột ngột, bản chất cuộn cảm là duy trì dòng điện trơn tru nó không thích sự đột ngột của dòng điện. Nó đáp ứng điều này bằng cách tạo ra một điện áp lớn có cực ngược lại với điện áp ban đầu cung cấp cho nó bằng cách sử dụng năng lượng tích trữ trong từ trường để duy trì dòng điện đó. Nếu chúng ta quên phần còn lại của các phần tử mạch và chỉ chú ý đến các ký hiệu phân cực, chúng ta nhận thấy rằng cuộn cảm lúc này hoạt động giống như một nguồn điện áp mắc nối tiếp với điện áp cung cấp. Điều này có nghĩa là cực dương của diode bây giờ ở điện áp cao hơn so với cực âm (hãy nhớ rằng lúc đầu tụ điện đã được sạc để cung cấp điện áp) và được phân cực thuận. Tụ điện đầu ra hiện đã được nạp đến điện áp cao hơn trước đây điều đó có nghĩa là chúng ta đã nâng thành công điện áp lên mức cao hơn.



Hình 1.3: Giai đoạn 3 nguyên lý hoạt động



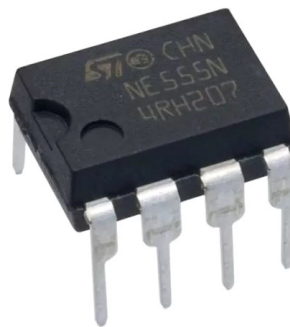
Hình 1.4: Nguyên lý mạch điều khiển

\* **Nguyên lý mạch điều khiển:** Dùng IC định thời 555 để tạo xung vuông với tần số và duty cycle đã tính toán, mạch này sử dụng tần số là 100KHz, không thể đưa một tần số quá lớn để kích trực tiếp vào mosfet như vậy nên ta sẽ đưa xung ra của IC 555 vào mạch “totem pole” cũng có thể gọi là mạch phân tần sau đó đưa qua điện trở R5 dùng để hạn dòng khi mở FET lên và điện trở R6 dùng để hạn dòng khi tắt FET.

#### 4. Ứng dụng

Làm mạch desulfate 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, nâng áp trong các mạch nguồn xung như TV, Led...

## II. IC TIMER 555 VÀ ỨNG DỤNG



IC 555 là một loại linh kiện khá là phổ biến bây giờ với việc dễ dàng tạo được xung vuông và có thể thay đổi tần số tùy thích, với sơ đồ mạch đơn giản, điều chế được độ rộng xung. Nó được ứng dụng hầu hết vào các mạch tạo xung đóng cắt hay là những mạch dao động khác. Đây là linh kiện của hãng CMOS sản xuất. Sau đây là bảng thông số của IC 555 có trên thị trường:

- + Điện áp đầu vào: 2-18V (tùy từng loại của 555: LM555, NE555, NE7555..)
- + Dòng điện cung cấp: 6mA-15mA
- + Điện áp logic ở mức cao: 0.5-15V
- + Điện áp logic ở mức thấp: 0.03-0.06V
- + Công suất lớn nhất là: 600mW

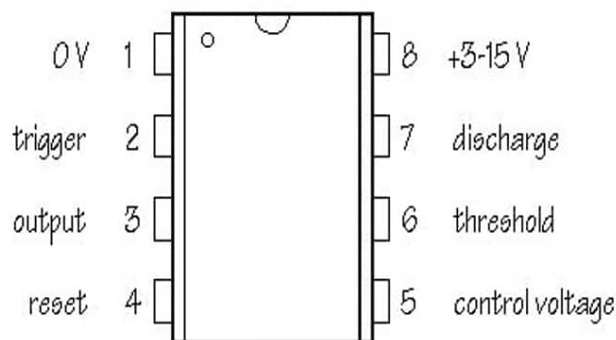
### \* Các chức năng của IC 555:

- + Là thiết bị tạo xung chính xác
- + Máy phát xung
- + Điều chế được độ rộng xung (PWM)
- + Điều chế vị trí xung (PPM) (Hay dùng trong thu phát hồng ngoại)

## 1. Giới thiệu

IC thời gian 555 được du nhập vào những năm 1971 bằng công ty Signetics Corporation bằng 2 dòng sản phẩm SE555/NE555 và được gọi là máy thời gian và cũng là loại có đầu tiên. Nó cung cấp cho các nhà thiết kế mạch điện tử với chi phí tương đối rẻ, ổn định và những mạch tổ hợp cho những ứng dụng cho đơn ổn và không ổn định. Từ đó thiết bị này được làm ra với tính thương mại hóa. 10 năm qua một số nhà sản xuất ngừng sản xuất loại IC này bởi vì sự cạnh tranh và những lý do khác. Tuy thế nhưng công ty khác lại sản xuất ra những dòng này.

## 2. Cấu hình chân IC

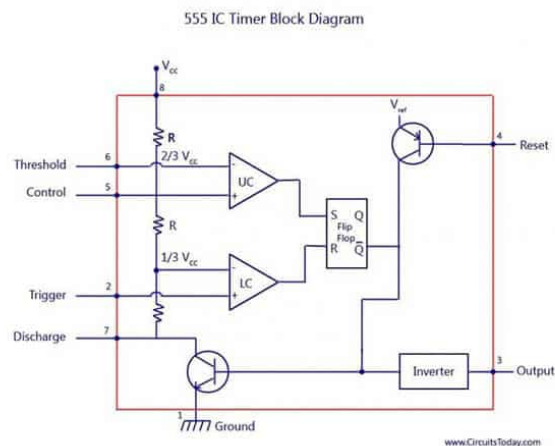


- + Chân 1: Dùng để lấy dòng
- + Chân 2: Chân kích hay còn gọi là Trigger, chân này có nhiệm vụ cung cấp đầu kích vào IC555 giúp IC hoạt động ổn định hơn
- + Chân 3: Chân 3 hay còn được gọi với cái tên là Output có chức năng phát ra tín hiệu đặc biệt ngõ ra ở bộ định thời sẽ luôn luôn có sẵn ở chân này.
- + Chân 4: Chân reset ở vi mạch là tên gọi của chân số 4, chân số 4 sẽ nhận được xung âm nếu bộ định thời bị reset, ngay lập tức đầu ra được thiết lập là ở trạng thái ban đầu.



- + Chân 5: Control voltage tên của chân số 5 chúng có chức năng là điện áp điều khiển, chân dùng để điều khiển chân này chính là chân ngưỡng và chân kích. Nếu trường hợp bạn không sử dụng chân này tốt nhất bạn nên nối đất thông qua tụ 0.01 microfarad để cải thiện tình trạng nhiễu.
- + Chân 6: Chân 6 chính là chân ngưỡng mà mình vừa nhắc đến với chúng có tên tiếng anh là Threshold, đây là ngõ vào không đảo của bộ so sánh số 1.
- + Chân 7: Đây là chân xả điện hay còn gọi là discharge, chúng được nối vào cực C transistor và thông thường sẽ có thêm một tụ điện nối giữa 2 chân xả điện và nối đất.
- + Chân 8: Chân 8 hay còn gọi là chân Vcc (chân cấp nguồn) , nguồn mà chân cung cấp thường dao động trong khoảng 5V đến 18V.

### 3. Nguyên lý hoạt động IC

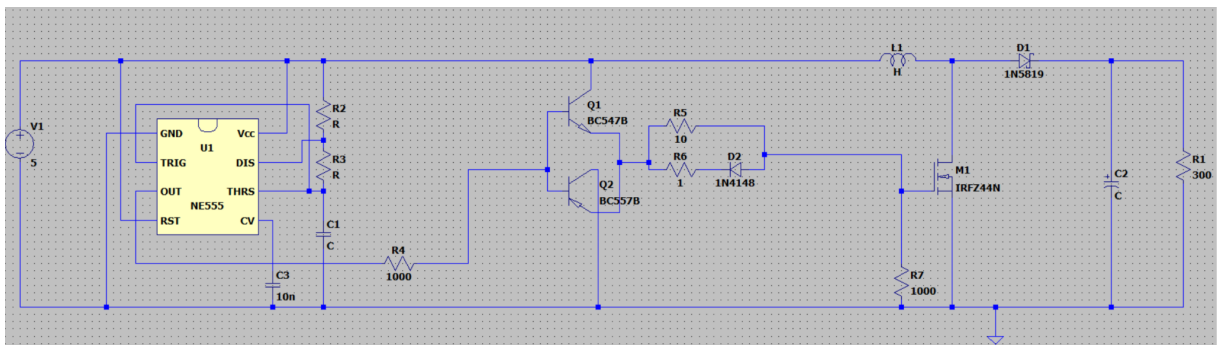


- + Điện trở bên trong sẽ hoạt động như một mạch tiến hành phân chia áp, xô so sánh trên sẽ vào ở ngõ không đảo và ngõ đảo sẽ vào ở bộ so sánh dưới.
- + Đa phần các ứng dụng mình sẽ không điều chỉnh được ngõ vào điều khiển chính vì thế nó sẽ được giữ cố định bằng Vcc. Bất cứ mọi lúc nếu điện áp ở ngưỡng vượt quá điện áp điều khiển ngay lập tức bộ so sánh trên sẽ sét flip-flop lên mức cao nhất, đồng thời ngõ ra Q của flip-flop sẽ được đưa ngay vào cực B và làm nó dẫn bão hòa.
- + Để có thể thay đổi ngõ ra của flip-flop xuống ở mức thấp thì anh /em cần điện áp ở chân ngưỡng giảm xuống dưới Vcc.

- + Nếu điều này xảy ra, ngay ngõ ra của bộ so sánh dưới (LC) sẽ ngay lập tức được nối vào chân reset (R) của Flip-flop làm cho ngõ ra hạ xuống mức thấp dẫn đến việc ngắt transistor đồng thời làm chân 3 được đẩy lên mức cao.
- + Tuy nhiên, điều kiện này sẽ tiếp tục độc lập với điện áp phía trên đầu vào kích hoạt và bộ so sánh dưới cũng chỉ có thể làm cho ngõ ra Flip-flop ở tại mức thấp.
- + Vì ngõ ra ở reset (chân 4) của IC 555 sẽ làm việc ở mức thấp nên chỉ khi hoạt động ngõ ra ở mức thấp tương ứng với trường hợp transistor dẫn. Transistor sẽ tiếp tục phóng điện tiếp tục và bộ khuếch đại công suất này sẽ cho ra mức thấp.
- + Ở trạng thái này chúng sẽ tiếp tục cho đến khi nào chân reset được đưa lên mức cao. Điều này cho phép đồng bộ hóa tắt cả hoặc đặt lại hoạt động của mạch. Vcc nguồn sẽ được nối lại với chân reset khi không sử dụng.

## CHƯƠNG 3: TÍNH TOÁN MẠCH LỰC

### 1. Mô tả mạch



Hình 1.5: Sơ đồ nguyên lý

### 2. Yêu cầu thiết kế

- + Input : Vin: 5VDC
- + Output : Vout: 12VDC
- + Độ nhấp nhô điện áp đầu ra < 1%
- + Giá trị tải  $R = 300\Omega$
- + Mạch hoạt động ở chế độ dòng liên tục

### 3. Tính toán và chọn cuộn cảm L

- Hệ số dẫn của mạch: D

$$V_{out} = \frac{V_{in}}{1-D} \Rightarrow 1-D = \frac{V_{in}}{V_{out}} \Rightarrow D = 1 - \frac{5}{12} = 0.583$$

- Chọn f = 100KHz
- Giá trị cuộn cảm nhỏ nhất là:

$$L_{min} = \frac{D*(1-D)^2*R}{2*f} = \frac{0.583*(1-0.583)^2*300}{2*100*10^3} = 152 \times 10^{-6}(\text{H})$$

- Dòng trung bình qua cuộn dây:

$$I_L = \frac{V_{in}}{(1-D)^2*R} = \frac{5}{(1-0.583)^2*300} = 0,095 \text{ (A)}$$

- Độ nhấp nhô dòng điện

$$\Delta I_L = \frac{V_{in}*D}{L*f} = \frac{5*0.583}{330*10^{-6}*100*10^3} = 0.083(\text{A})$$

$$I_{Lmax} = I_L + \frac{\Delta I_L}{2} = 0,095 + \frac{0,083}{2} = 0,1365 \text{ (A)}$$

$$I_{Lmin} = I_L - \frac{\Delta I_L}{2} = 0,095 - \frac{0,083}{2} = 0,0535(\text{A}) > 0$$

=> Dòng liên tục

=> Ta chọn L = 330uH 1A

### 4. Tính toán và chọn tụ

- Để đầu ra có độ gợn < 1%

Cần sử dụng tụ có điện dung:

$$C \geq \frac{D}{R.f.\frac{V_0}{V_0}} = \frac{0,583}{30 \times 100.10^3 \times 1\%} = 19 \text{ (uF)}$$

=> Chọn tụ có giá trị 100uF 50V

### 5. Tính toán chọn diode và mosfet

- Điện áp ngược đặt lên van là 12V

Chọn mosfet IRFZ44N 49A 55V

- Điện áp ngược đặt lên diode với hệ số dự trữ chọn là 1.3

$$V_d = 1.3*12 = 15.6\text{V}$$

Chọn diode schottky 1N5819 1A 40v

## 6. Tính toán mạch tạo xung ic 555

-  $F=100\text{KHz} \Rightarrow T = 10\mu\text{s}$

Chọn tụ  $C1\ 1\text{nF}$

-  $T_{\text{on}} = D \cdot T = 5.83\mu\text{s}$

-  $T_{\text{off}} = T - T_{\text{on}} = 10 - 5.83 = 4.17\mu\text{s}$

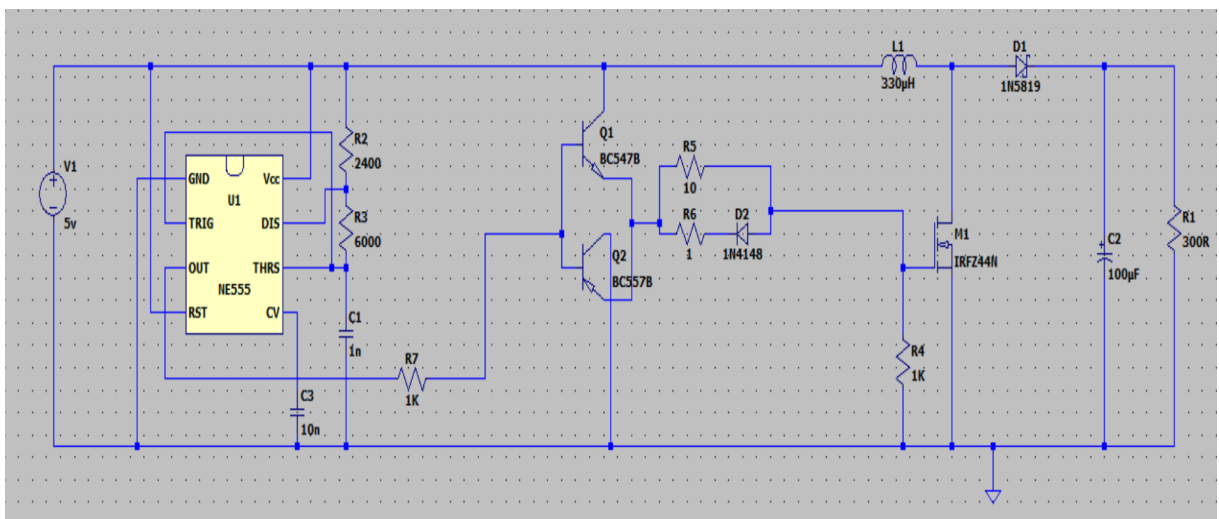
-  $T_{\text{off}} = \ln(2) \cdot R3 \cdot C2 \Rightarrow R3 = (4.17 \cdot 10^{-6}) / (\ln(2) \cdot 1 \cdot 10^{-9}) \sim 6\text{K}\ \Omega\text{m}$

-  $T_{\text{on}} = \ln(2) \cdot (R3 \cdot R2) \cdot C2 \Rightarrow R2 \sim 2.4\text{K}\ \Omega\text{m}$

## CHƯƠNG 4: MÔ PHỎNG VÀ THIẾT KẾ MẠCH IN

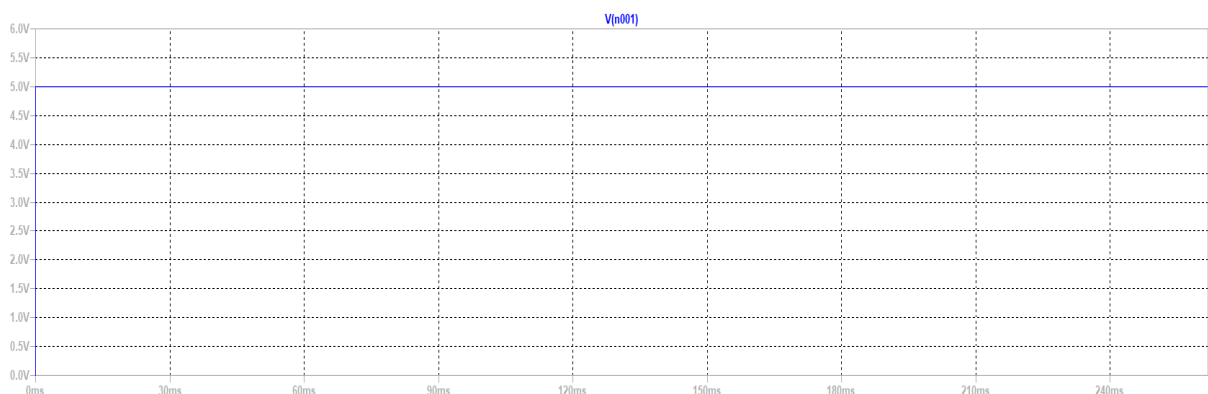
### 1. Mô phỏng

- Xét mạch hoạt động với giá trị tải:  $R_1 = 300\Omega$

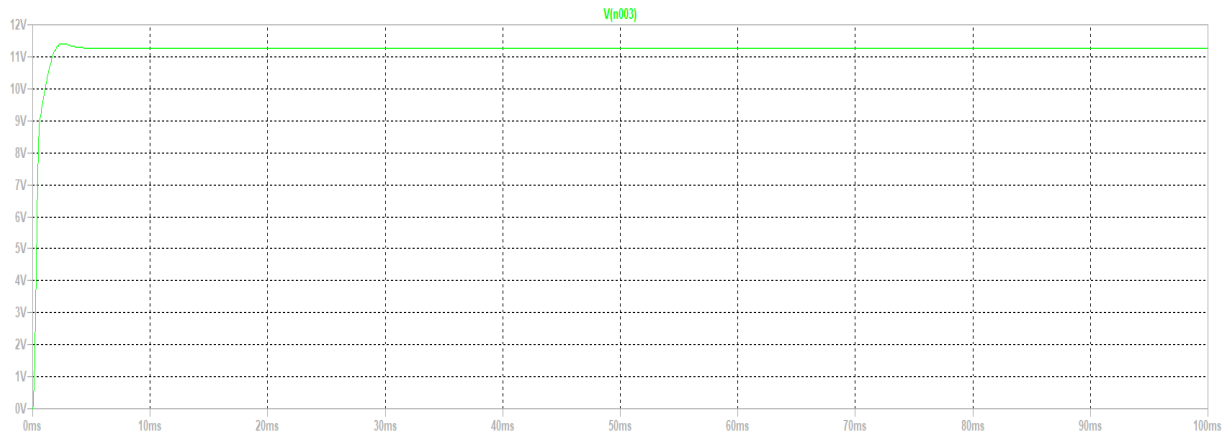


Hình: Sơ đồ nguyên lý mạch sau khi đã tính toán các linh kiện

- Điện áp đầu vào của mạch:

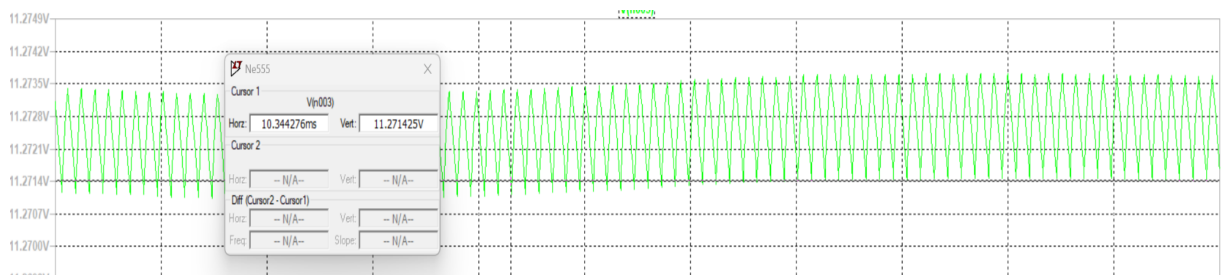
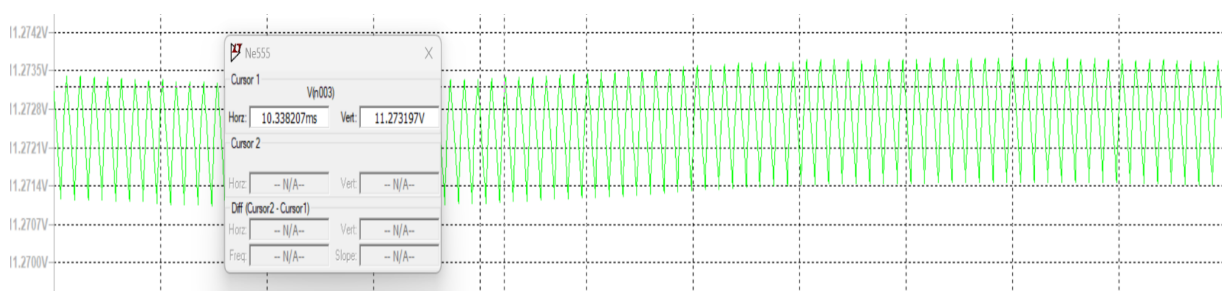
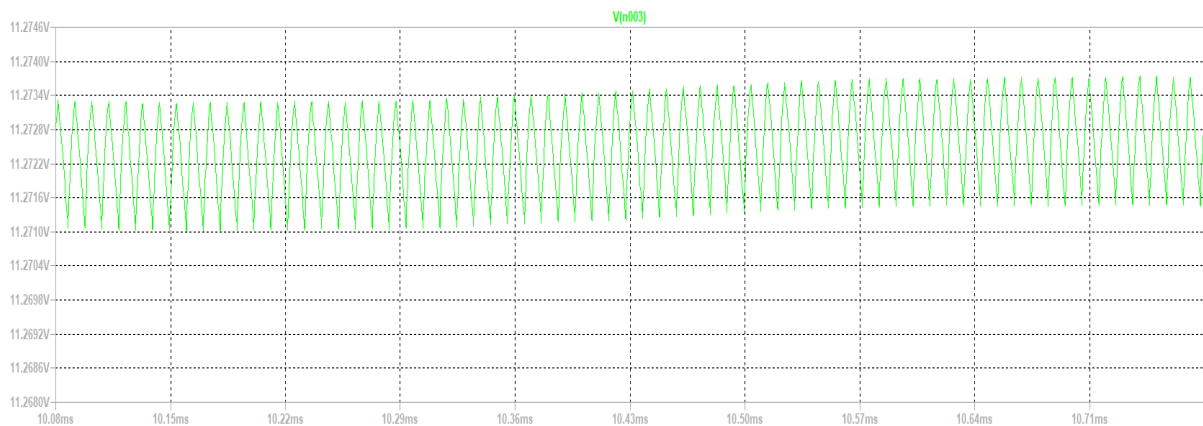


**- Điện áp đầu ra của mạch:**



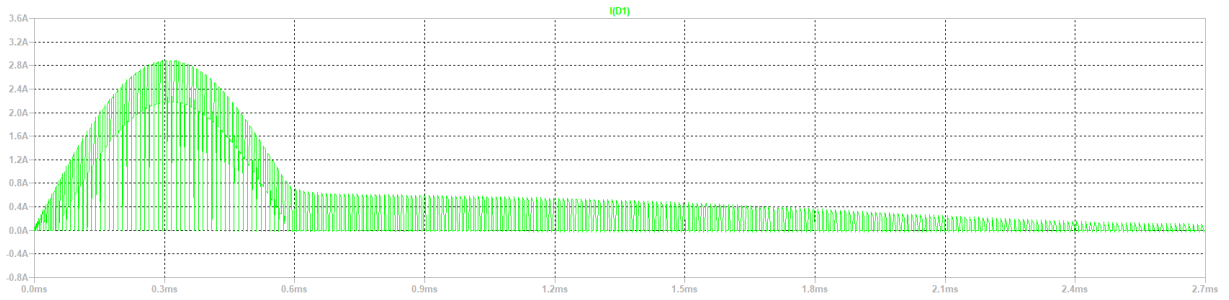
Điện áp đầu ra mất khoảng 0.5ms để mạch ổn định ở mức 11.219V.

**- Độ gợn điện áp đầu ra:**

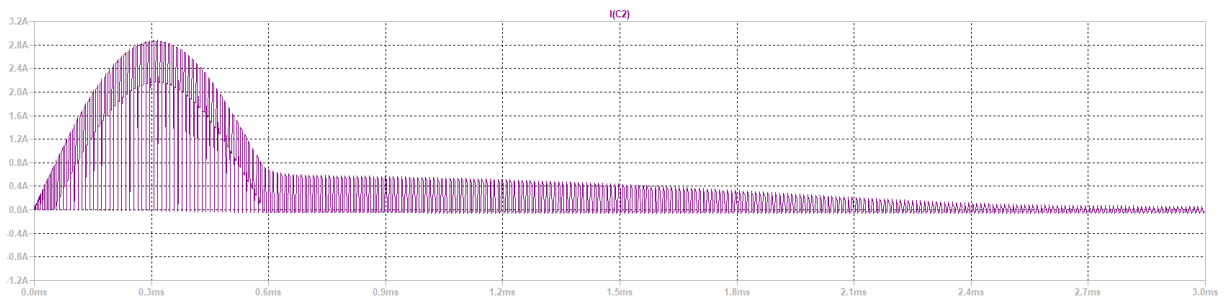


Điện áp của mạch dao động quanh mức 11.272V là rất nhỏ chỉ từ 11.271V đến 11.273V chênh lệch là rất nhỏ chỉ 0.002V

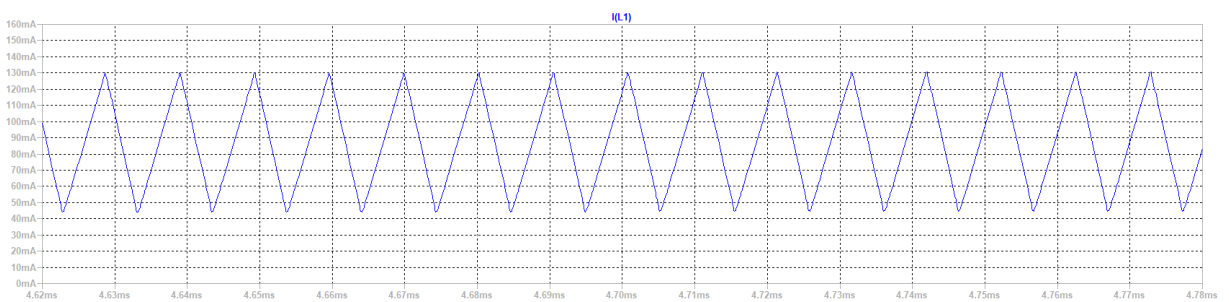
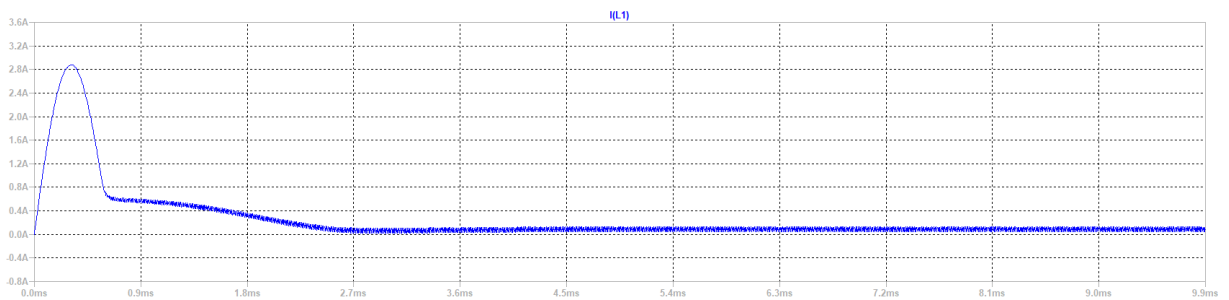
**- Dòng qua diode:**



**- Dòng qua tụ:**

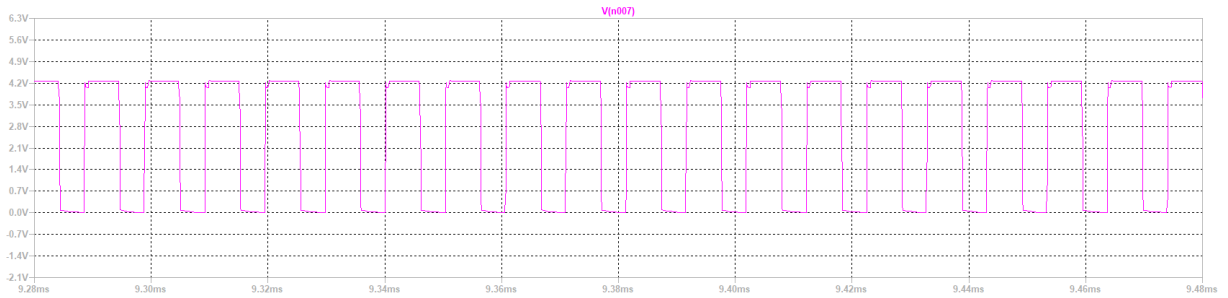


**- Dòng qua cuộn cảm:**

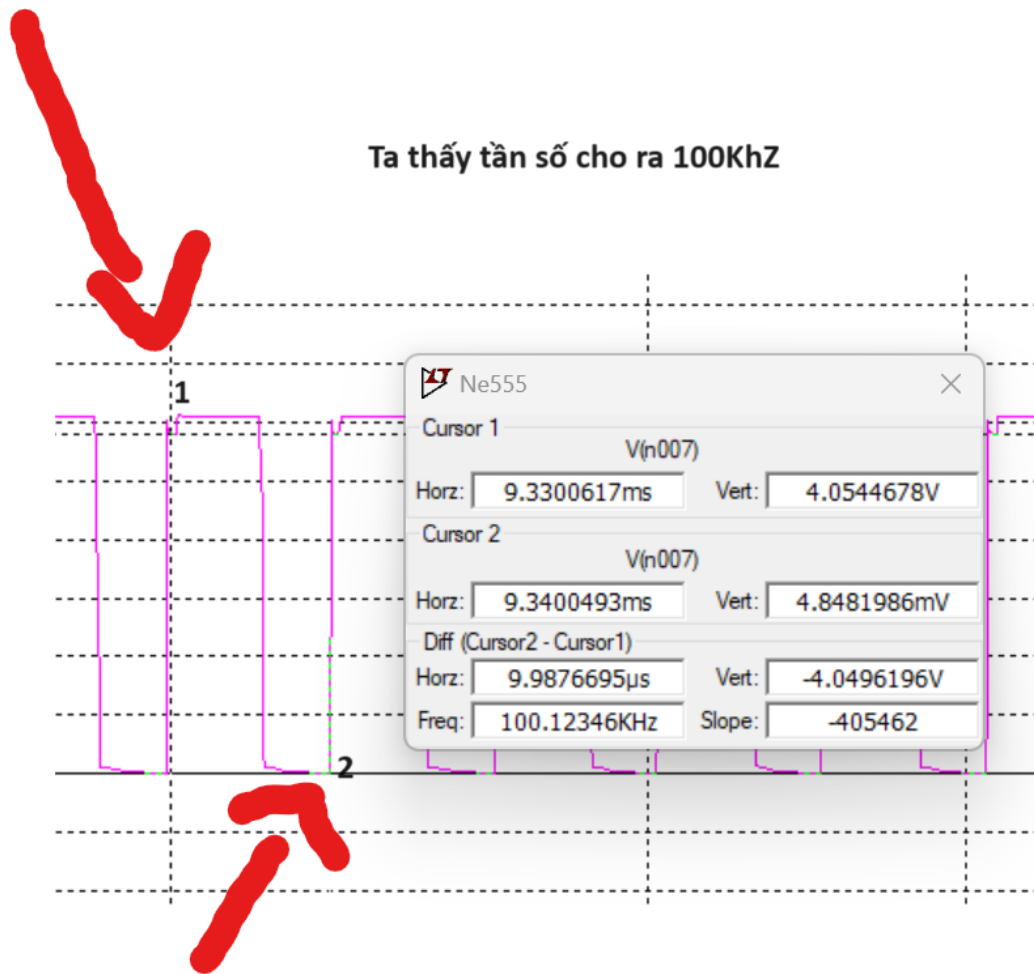


Khi đã ở trạng thái ổn định ta thấy  $L_{min}$   $L_{max}$  phù hợp với tính toán

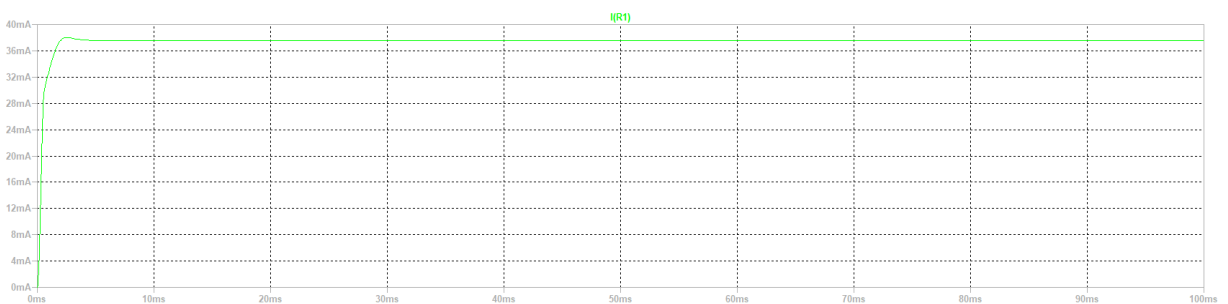
- **Xung kích Fet:**



- **Giá trị tần số đo được của xung phát ra:**



- **Công suất đầu ra:**



- **Hiệu suất của mạch khi ổn định:**

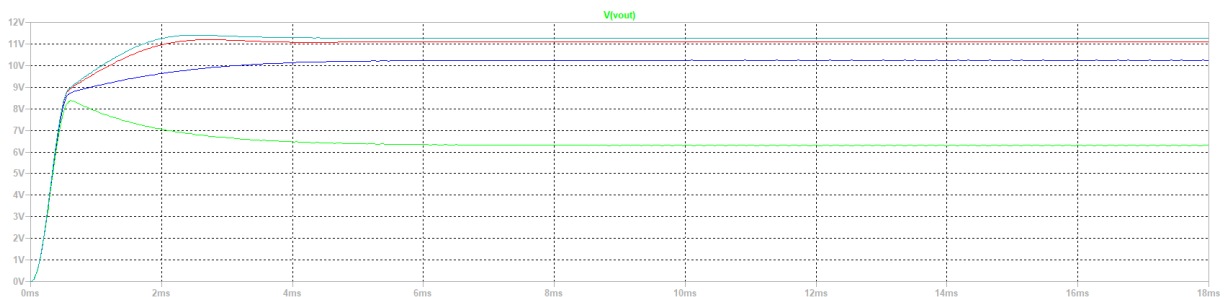
```
pout: AVG(v(vout)*i(r1))=0.420806 FROM 0 TO 0.1
pin:  AVG(v(n001)*i(v1))=-0.562108 FROM 0 TO 0.1
hieusuat: AVG(pout/pin*100)=-74.8621 FROM 0 TO 0.1
```

$$n = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{0.420806W}{0.562108W} \times 100\% = 74.8\%$$

Nhận xét : giá trị R tải ảnh hưởng đến hiệu suất của mạch

- **Xét mạch hoạt động với giá trị tải thay đổi**

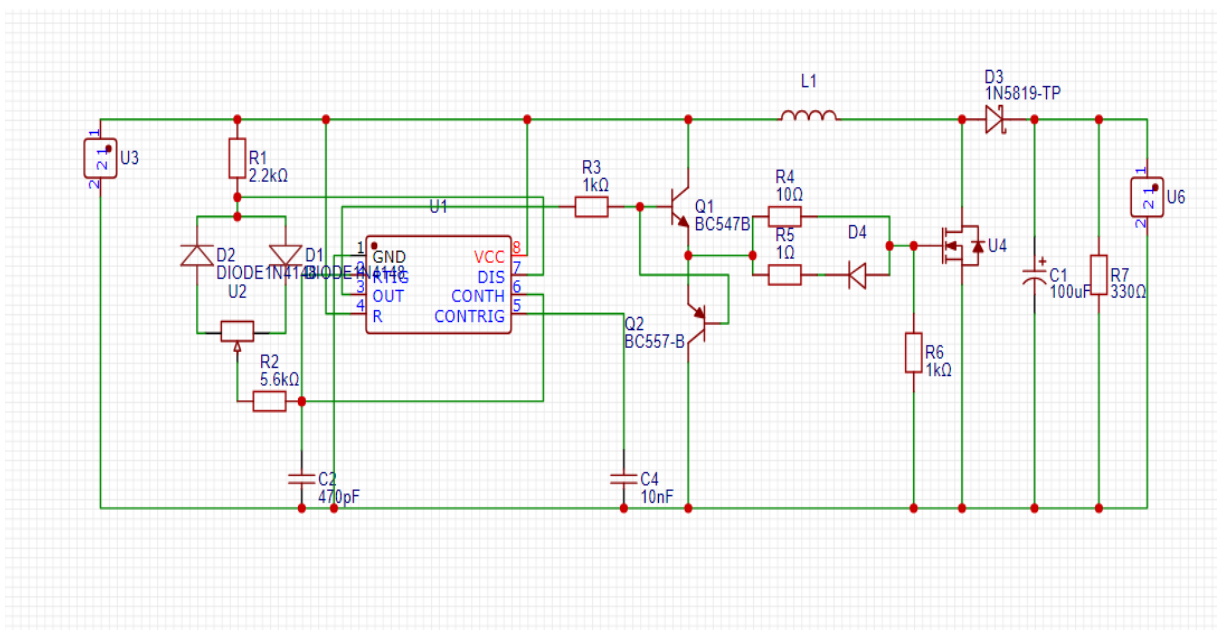
Điện áp đầu ra khi thay đổi giá trị R1 trong mạch (.step param x list 20 50 150 300):



Kết luận R1 thay đổi => Vout thay đổi và Hiệu suất của mạch thay đổi

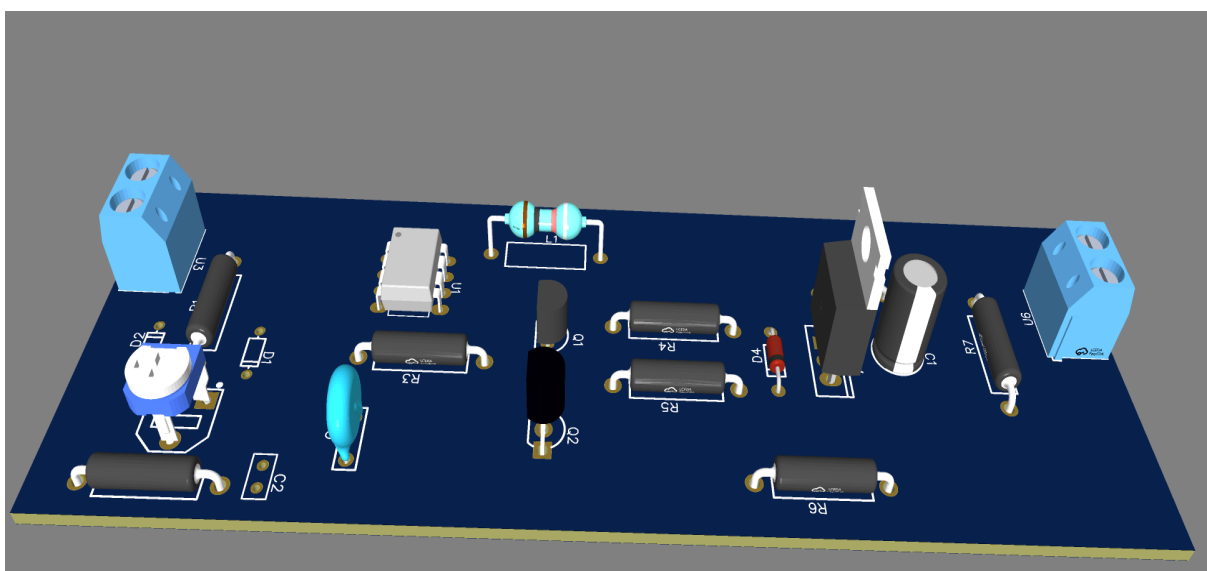
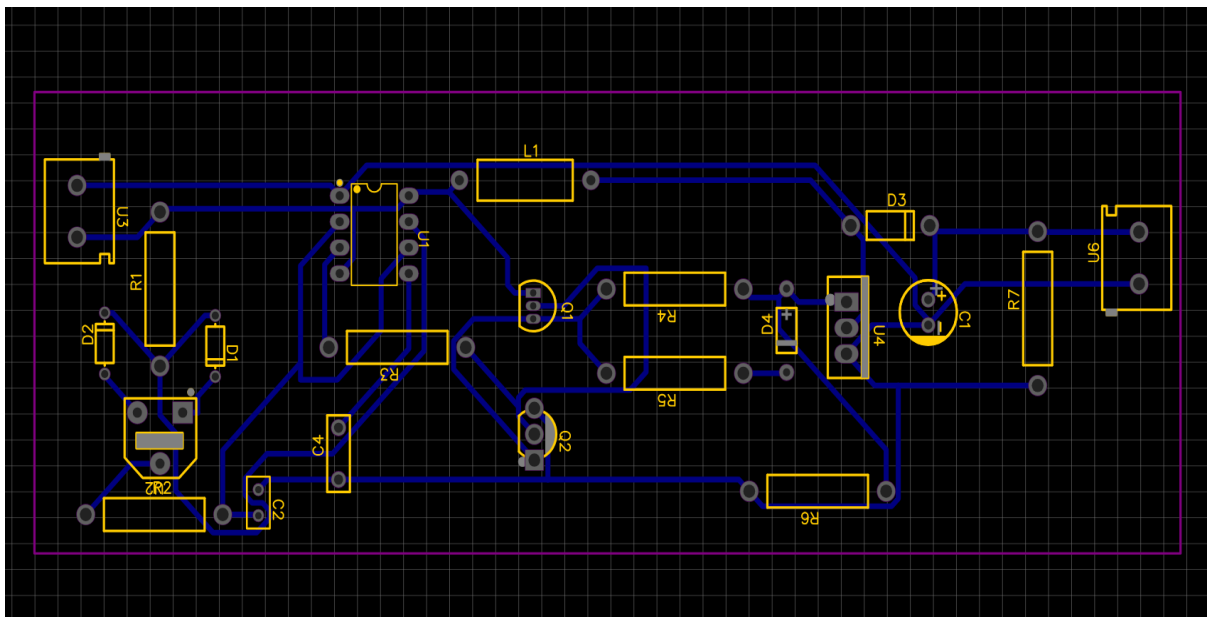
## 2. Thiết kế mạch in

### 2.1. Schematic





## 2.2. Vẽ PCB



## CHƯƠNG 5: KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM

## CHƯƠNG 6: KẾT LUẬN

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

<https://mecsuvn.vn/ho-tro-ky-thuat/ic-555-la-gi-cau-tao-va-nguyen-ly-hoat-dong-ic-555-moi-2022.K58>

<https://sites.google.com/site/dientuviethn/home/DIENTUCOBAN/ic-timer-555-va-cac-ung-dung>

<https://www.scribd.com/document/615905746/m%E1%BA%A1ch-boost-dc-dc>