

ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA ĐIỆN – ĐIỆN TỬ
BỘ MÔN VIỄN THÔNG



BÁO CÁO BÀI TẬP LỚN
MÔN: MẠCH ĐIỆN TỬ THÔNG TIN (EE3011)

ĐỀ TÀI:
THIẾT KẾ, MÔ PHỎNG, THI CÔNG MẠCH OSC CLAPP TẦN SỐ 10MHz

Giảng viên hướng dẫn: Th.S Đinh Quốc Hùng

HK233 – LỚP DT01 – NHÓM 03

MSSV	Họ và tên	Nhiệm vụ	Đánh giá
2111511	Trần Đình Khải	Thực hiện báo cáo, tìm hiểu thông tin	25%
2111540	Thiều Minh Khoa	Tính toán lý thuyết	25%
1914913	Lê Tấn Sang	Tìm hiểu thông tin	22.5%
2112416	Lê Duy Thức	Xây dựng, mô phỏng mạch. Thực hiện powerpoint	27.5%

TP. HCM, 08/2024

LỜI NÓI ĐẦU

Nhằm đáp ứng yêu cầu đầu ra của môn học Mạch điện tử thông tin (Electronic circuits for communications), nhóm 03 – lớp DT01 chúng em vận dụng kiến thức đã được học để thực hiện bài tập lớn với đề tài: “Thiết kế, mô phỏng, thi công mạch OSC Clapp tần số 10MHz”.

Với nội dung đề tài như trên, đòi hỏi chúng em phải vận dụng kiến thức đã được học về mạch dao động LC, cụ thể hơn là mạch OSC Clapp, kèm theo đó là cách sử dụng phần mềm mô phỏng mạch cũng như tìm hiểu cách thi công mạch để đảm bảo kết quả đầu ra chính xác nhất.

Từ yêu cầu được đưa ra, bài báo cáo của chúng em gồm 4 phần chính:

Phần 1: Trình bày cơ sở lý thuyết (thông tin về mạch OSC với các yếu tố: tác dụng, tính chất, cách thức hoạt động,..)

Phần 2: Thiết kế mạch, tính toán lý thuyết.

Phần 3: Thực hiện mạch theo lý thuyết, mô phỏng phần mềm LTspice.

Phần 4: Kết quả đo đạc thực tế sau khi thi công mạch.

Trong quá trình thực hiện bài tập lớn, nhóm chúng em không thể tránh những thiếu sót, mong Thầy cho những góp ý và nhận xét để chúng em hoàn thành tốt hơn. Đây là bài làm chúng em đã rất cố gắng và tập trung nhất có thể. Chúng em đã dành nhiều thời gian để tìm hiểu và đưa ra được thành quả trong bài báo cáo này. Mong là bài báo cáo này sẽ đáp ứng được tiêu chí đề ra. Chúng em xin chân thành cảm ơn Thầy.

MỤC LỤC

I.	CƠ SỞ LÝ THUYẾT	1
1.	Tổng quan về mạch dao động	1
a.	Khái niệm	1
b.	Mạch dao động tuần hoàn	1
c.	Mạch tạo dao động 3 điểm	2
2.	Mạch OSC Clapp	4
a.	Định nghĩa mạch OSC Clapp	4
b.	Cấu tạo mạch OSC Clapp	5
c.	Nguyên lý hoạt động mạch OSC Clapp	5
II.	THIẾT KẾ MẠCH, TÍNH TOÁN LÝ THUYẾT	7
1.	Phân tích DC	8
2.	Phân tích AC	9
a.	Tăng khuếch đại CE:	9
b.	Trở kháng vào/ra của mạch:	10
c.	Mạch LC dao động:	10
d.	Hệ số khuếch đại điện áp	10
e.	Phân tích tần số:	11
III.	MÔ PHỎNG MẠCH, ĐO ĐẶC THÔNG SỐ BẰNG PHẦN MỀM LT SPICE	12
IV.	THI CÔNG MẠCH, ĐO ĐẶC KẾT QUẢ THỰC TẾ	15
V.	KẾT LUẬN	18
VI.	TÀI LIỆU THAM KHẢO	19

I. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

1. Tổng quan về mạch dao động

a. Khái niệm

Mạch dao động điện tử là một mạch có đầu ra là tín hiệu tuần hoàn nhưng không có tín hiệu đầu vào tuần hoàn. Mạch hoạt động bằng cách biến đổi năng lượng từ nguồn điện, thường là nguồn điện DC, thành năng lượng AC với tín hiệu đầu ra tuần hoàn. Bộ dao động điều hòa là bộ dao động mà tín hiệu đầu ra gần như hình sin. Nếu bộ cộng hưởng tinh thể được sử dụng trong mạch để kiểm soát chặt chẽ tần số dao động, bộ dao động được gọi là bộ dao động điều khiển tinh thể. Các hệ thống truyền thông hiện đại thường chứa một số bộ dao động, bao gồm bộ dao động tham chiếu điều khiển tinh thể, bộ dao động điều khiển điện áp (Voltage-control Oscillator - VCO) và bộ dao động tinh thể điều khiển điện áp (Voltage-controlled Crystal Oscillator - VCXO). Có nhiều mạch tích hợp có thể được sử dụng để tạo tín hiệu đầu ra tuần hoàn, nhưng thiết kế bộ dao động là một lĩnh vực mà các bóng bán dẫn rời rạc có lợi thế rõ rệt. Các mạch truyền thông yêu cầu bộ dao động tần số cao, ít nhiễu, mà các thành phần mạch IC thường không thể đáp ứng đủ yêu cầu. Mạch dao động được sử dụng phổ biến để làm xung nhịp trong nhiều thiết bị điện tử như đầu thu radio, bộ truyền hình, máy phát thanh và truyền hình, thiết bị ngoại vi máy tính, điện thoại di động, radar và nhiều thiết bị khác.

Các mạch tạo dao động có thể làm việc trong dải tần từ vài Hz đến hàng nghìn MHz. Phân loại bằng tần số của tín hiệu đầu ra, ta có:

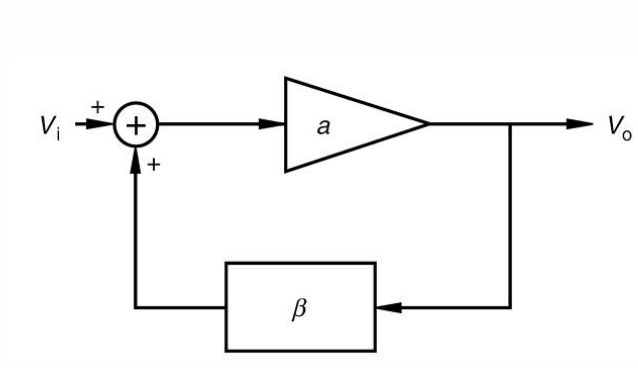
- Bộ dao động tần số thấp (Low Frequency Oscillator LFO) là một bộ dao động tạo sóng tần số dưới khoảng 20Hz. Thuật ngữ này thường được sử dụng trong lĩnh vực để phân biệt với bộ dao động tần số âm thanh.
- Một bộ dao động âm thanh tạo ra tần số trong phạm vi âm thanh nghe được, từ 20 Hz đến 20 kHz.
- Bộ dao động tần số vô tuyến (Radio Frequency - RF) tạo ra tín hiệu trên dải âm thanh, thường là trong phạm vi từ 100 kHz đến 100 GHz.

Nhìn chung, mạch dao động điện tử có thể được phân làm 2 loại: Mạch dao động điều hòa (tuyến tính), và mạch dao động phi tuyến. Hai loại này về cơ bản khác nhau về cách tạo ra dao động, cũng như về loại tín hiệu đầu ra đặc trưng được tạo ra. Ở báo cáo này nhóm chỉ xem xét mạch dao động điều hòa.

b. Mạch dao động tuần hoàn

Bộ dao động tạo ra tín hiệu đầu ra tuần hoàn. Do đó, mạch phải bao gồm một cơ chế tự duy trì cho phép nhiễu của chính nó tăng lên và dần trở thành tín hiệu tuần hoàn. Để tạo ra dao động tự duy trì, nhất thiết phải có hồi tiếp từ đầu ra đến đầu vào, độ lợi đủ (bộ khuếch đại) để khắc phục tổn thất trên đường phản hồi và bộ cộng hưởng (bộ lọc). Hầu hết các bộ dao động RF có thể được xem như mạch hồi tiếp.

Sơ đồ khối của bộ dao động có hồi tiếp dương được hiển thị bên dưới. Nó bao gồm một bộ khuếch đại có độ lợi thuận phụ thuộc tần số $\alpha(\omega)$ và một mạng hồi tiếp phụ thuộc tần số $\beta(\omega)$.



Điện áp đầu ra được cho bởi công thức:

$$V_o = aV_i + a\beta V_o$$

Độ lợi của vòng kín:

$$A = \frac{V_o}{V_i} = \frac{a}{1 - a\beta}$$

Đối với một bộ dao động, đầu ra V_o khác không ngay cả khi tín hiệu đầu vào V_i bằng không. Điều này chỉ có thể xảy ra nếu độ lợi vòng kín A là tiến đến vô cùng. Điều đó có nghĩa là:

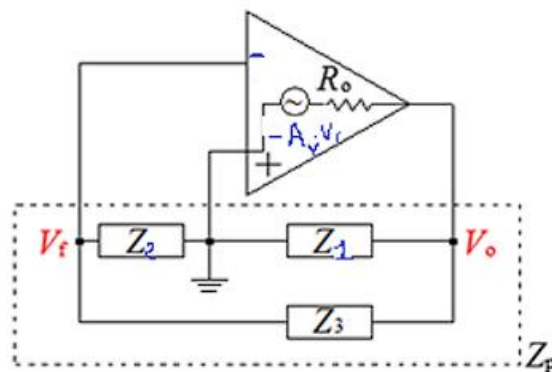
$$a\beta = 1$$

Đây được gọi là tiêu chuẩn Barkhausen cho dao động và thường được mô tả riêng biệt theo độ lớn và pha của nó. Do đó, dao động có thể xảy ra khi:

$$|a\beta| = 1 \text{ và } \angle a\beta = 360^\circ$$

c. Mạch tạo dao động 3 điểm

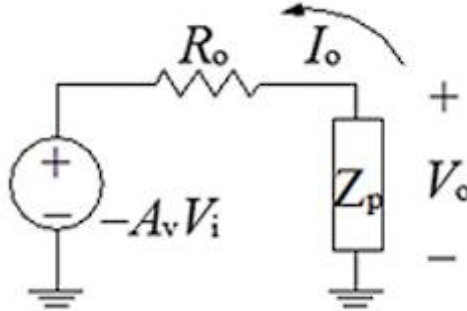
Mạch tạo dao động ba điểm gồm hai khối chính: khối khuếch đại và khối hồi tiếp.



$$V_f = \beta V_o = \frac{Z_2}{Z_2 + Z_3} V_o$$

$$Z_p = Z_1 \parallel (Z_2 + Z_3) = \frac{Z_1(Z_2 + Z_3)}{Z_1 + Z_2 + Z_3}$$

Ta có mạch tương đương:



$$\frac{-A_v V_i}{R_0 + Z_p} = \frac{V_0}{Z_p} \text{ hay } \frac{V_0}{V_i} = -\frac{A_v Z_p}{R_0 + Z_p}$$

Từ đó ta có độ lợi:

$$A = \frac{V_0}{V_i} = \frac{-A_v Z_1 (Z_2 + Z_3)}{R_0 (Z_1 + Z_2 + Z_3) + Z_1 (Z_2 + Z_3)}$$

Độ lợi vòng lặp:

$$A\beta = \frac{-A_v Z_1 Z_2}{R_0 (Z_1 + Z_2 + Z_3) + Z_1 (Z_2 + Z_3)}$$

Nếu tắt cả trở kháng thuần điện kháng ($R=0$), hay

$$Z_1 = jX_1, Z_2 = jX_2, Z_3 = jX_3$$

Ta có:

$$A\beta = \frac{A_v X_1 X_2}{jR_0 (X_1 + X_2 + X_3) - X_1 (X_2 + X_3)}$$

Phần ảo của phương trình bằng 0 khi $X_1 + X_2 + X_3 = 0$

- Điều này chứng tỏ ít nhất 1 phần tử phải âm (tụ điện $\angle -90^\circ$)
- X_1 và X_2 cùng loại và X_3 là loại ngược lại.

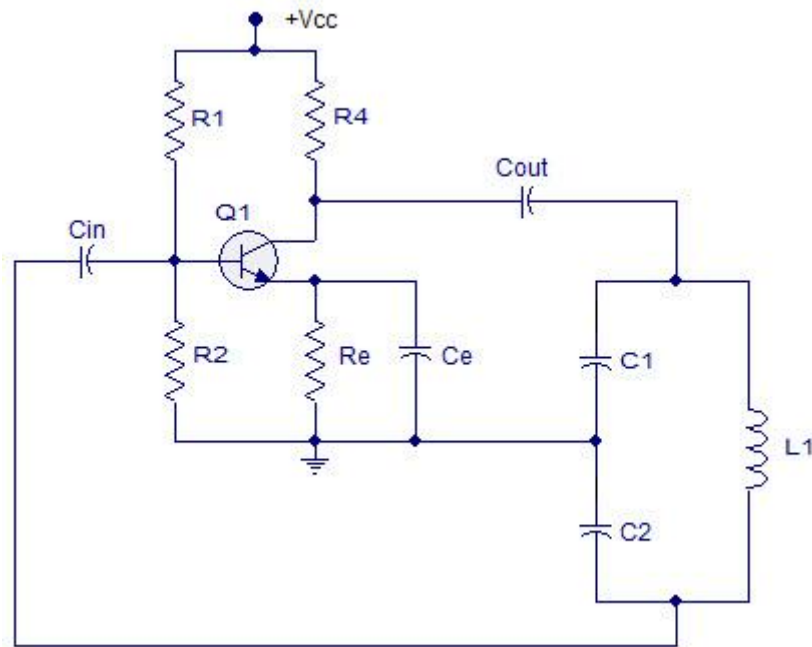
$$A\beta = 1 \Rightarrow A_v = \frac{X_1}{X_2}$$

2. Mạch OSC Clapp

a. Định nghĩa mạch OSC Clapp

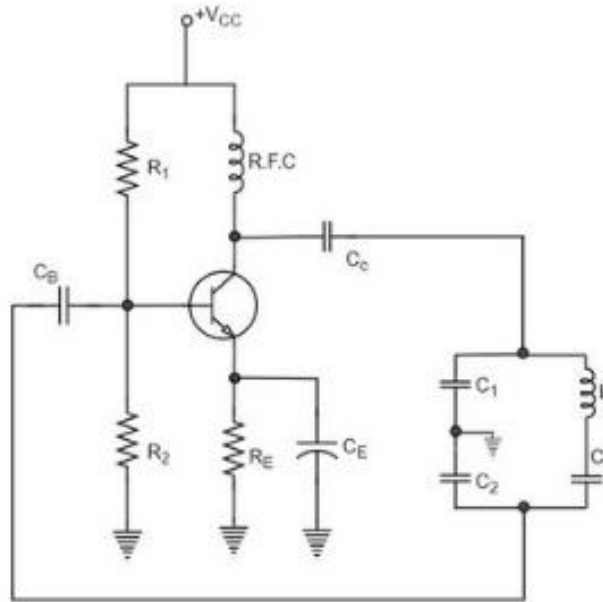
Mạch OSC Clapp là mạch dao động LC mà sử dụng một cuộn cảm và ba tụ điện để tạo ra tần số của mạch dao động. Mạch OSC Clapp được sử dụng rộng rãi trong việc tạo tín hiệu đầu ra tuần hoàn vì tính hiệu quả và đơn giản của nó.

Mạch OSC Clapp là một dạng của mạch dao động Colpitts. Mà mạch Colpitts là mạch khuếch đại chuyển đổi tín hiệu đầu vào DC thành tín hiệu đầu ra AC với tần số biến thiên trong khoảng nhất định và dạng sóng ngõ ra nhất định (như sóng sin hoặc sóng vuông,...). Dao động ở ngõ ra được tạo ra bởi bộ dao động LC, gồm cuộn cảm L và tụ điện C gắn trong mạch.



Hình 1.1: Sơ đồ mạch dao động Colpitts

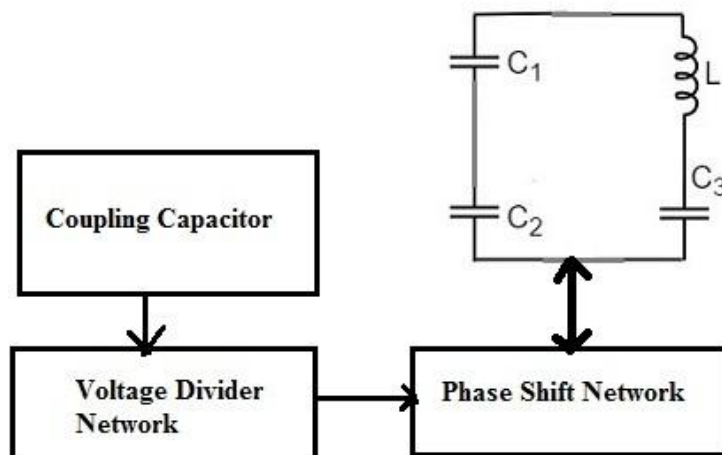
b. Cấu tạo mạch OSC Clapp



Hình I.2: Sơ đồ mạch OSC Clapp

Mạch OSC Clapp có các thành phần cấu tạo giống như mạch dao động Colpitts, nhưng khác ở chỗ trong bộ phận tạo dao động có thêm tụ điện C_3 . Về cơ bản, mạch khuếch đại gồm có BJT loại npn kèm theo 3 cực B, C, E nối với các linh kiện như trên. Bộ phận tạo dao động gồm có 2 tụ C_1, C_2 mắc song song với cuộn cảm L và tụ C_3 . Hai đầu bộ phận được nối với cực B và cực C của BJT như hình.

c. Nguyên lý hoạt động mạch OSC Clapp



Hình I.3: Sơ đồ khối mạch OSC Clapp

- Nguyên lý hoạt động của mạch dao động OSC Clapp:

Bộ dao động sử dụng mạch khuếch đại để cung cấp tín hiệu khuếch đại cho mạng dịch pha để tạo ra dao động phản hồi tái tạo lại cho mạch khuếch đại. Nhờ vào các dao động hồi tiếp luôn được duy trì nên chúng có thể được sử dụng để cấp nguồn cho bộ khuếch đại hoặc các vùng mạch khác. Tín hiệu đầu ra sẽ thay đổi từ dương hoàn toàn sang âm hoàn toàn với chu kỳ bằng một nửa tần số của tín hiệu đầu vào. Tần số của tín hiệu đầu ra này có thể được điều chỉnh bằng cách thay đổi tụ điện C_1 và C_2 nối tiếp đất.

- Tần số của bộ dao động Clapp được tính theo công thức sau:

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{L \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \right)}}$$

Thông thường, giá trị của tụ C_3 sẽ nhỏ hơn nhiều so với 2 tụ còn lại. Nguyên nhân vì ở khung tần số cao, nếu giá trị tụ C_3 càng nhỏ thì giá trị cuộn cảm càng lớn. Điều này sẽ giúp việc thực hiện mạch dễ hơn cũng như giảm sự ảnh hưởng của hiện tượng lạc độ tự cảm. (Hiện tượng lạc độ tự cảm là khi trong mạch điện xuất hiện độ tự cảm không mong muốn).

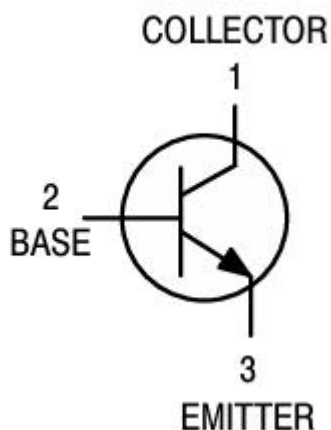
Tuy nhiên, khi ta chọn giá trị tụ điện C_3 rất nhỏ thì mạch sẽ không tạo ra dao động được vì nhánh L-C không có cảm kháng cảm ứng dòng. Vì vậy khi chọn giá trị tụ C_3 phải hết sức cẩn thận. Mặt khác, trong trường hợp tụ C_3 có giá trị nhỏ hơn hai tụ C_1 và C_2 thì điện dung trong mạch sẽ phụ thuộc nhiều hơn vào tụ C_3 .

Như vậy, chúng ta có thể kết luận công thức tính giá trị tần số mạch như sau:

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC_3}}$$

II. THIẾT KẾ MẠCH, TÍNH TOÁN LÝ THUYẾT

Với yêu cầu thiết kế mạch OSC Clapp tần số 10MHz, nhóm chúng em sử dụng transistor BJT 2n2222 với thông số như hình bên dưới:



MAXIMUM RATINGS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Value	Unit
Collector – Emitter Voltage	V_{CEO}	40	Vdc
Collector – Base Voltage	V_{CBO}	75	Vdc
Emitter – Base Voltage	V_{EBO}	6.0	Vdc
Collector Current – Continuous	I_C	600	mAdc
Total Device Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	625 5.0	mW mW/ $^\circ\text{C}$
Total Device Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	1.5 12	W mW/ $^\circ\text{C}$
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J, T_{stg}	-55 to +150	$^\circ\text{C}$

THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$	200	$^\circ\text{C/W}$
Thermal Resistance, Junction to Case	$R_{\theta JC}$	83.3	$^\circ\text{C/W}$

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Max	Unit
OFF CHARACTERISTICS				
Collector – Emitter Breakdown Voltage ($I_C = 10\text{ mA}$, $I_B = 0$)	$V_{(BR)CEO}$	40	–	Vdc
Collector – Base Breakdown Voltage ($I_C = 10\text{ }\mu\text{A}$, $I_E = 0$)	$V_{(BR)CBO}$	75	–	Vdc
Emitter – Base Breakdown Voltage ($I_E = 10\text{ }\mu\text{A}$, $I_C = 0$)	$V_{(BR)EBO}$	6.0	–	Vdc
Collector Cutoff Current ($V_{CE} = 60\text{ Vdc}$, $V_{EB(off)} = 3.0\text{ Vdc}$)	I_{CEX}	–	10	nAdc
Collector Cutoff Current ($V_{CB} = 60\text{ Vdc}$, $I_E = 0$) ($V_{CB} = 60\text{ Vdc}$, $I_E = 0$, $T_A = 150^\circ\text{C}$)	I_{CBO}	– –	0.01 10	μAdc
Emitter Cutoff Current ($V_{EB} = 3.0\text{ Vdc}$, $I_C = 0$)	I_{EBO}	–	10	nAdc
Collector Cutoff Current ($V_{CE} = 10\text{ V}$)	I_{CEO}	–	10	nAdc
Base Cutoff Current ($V_{CE} = 60\text{ Vdc}$, $V_{EB(off)} = 3.0\text{ Vdc}$)	I_{BEX}	–	20	nAdc

Hình II.1: Thông số transistor BJT 2n2222

1. Phân tích DC

Điện áp cung cấp V_{cc} : 9V (V_1), được cấp vào nút giữa R_1 và R_C , với R_C là điện trở kéo lên cho cực C của Q_1 .

Phân cực Q_1 :

- Cực B:
 - Điện áp tại cực B (V_B) được xác định thông qua mạng phân cực với R_1 và R_2 .
 - Áp dụng công thức chia áp, ta có

$$V_B = V_{cc} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 9 \cdot \frac{18k}{100k + 18k} = 1.37(V)$$

ON CHARACTERISTICS

DC Current Gain ($I_C = 0.1\text{ mA}$, $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$) ($I_C = 1.0\text{ mA}$, $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$) ($I_C = 10\text{ mA}$, $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$) ($I_C = 10\text{ mA}$, $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$, $T_A = -55^\circ\text{C}$) ($I_C = 150\text{ mA}$, $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$) (Note 1) ($I_C = 150\text{ mA}$, $V_{CE} = 1.0\text{ Vdc}$) (Note 1) ($I_C = 500\text{ mA}$, $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$) (Note 1)	h_{FE}	35 50 75 35 100 50 40	– – – – 300 – –	–
Collector – Emitter Saturation Voltage (Note 1) ($I_C = 150\text{ mA}$, $I_B = 15\text{ mA}$) ($I_C = 500\text{ mA}$, $I_B = 50\text{ mA}$)	$V_{CE(sat)}$	– –	0.3 1.0	Vdc
Base – Emitter Saturation Voltage (Note 1) ($I_C = 150\text{ mA}$, $I_B = 15\text{ mA}$) ($I_C = 500\text{ mA}$, $I_B = 50\text{ mA}$)	$V_{BE(sat)}$	0.6 –	1.2 2.0	Vdc

- Cực E:

- Điện áp tại cực E (V_E) được xác định bởi điện áp V_B trừ điện áp giữa B và E (V_{BE}) thường là 0.7V đối với BJT

$$V_E = V_B - V_{BE} = 1.37 - 0.7 = 0.67(V)$$

- Dòng I_E được tính từ V_E và R_E

$$I_E = \frac{V_E}{R_E} = \frac{0.67}{1000} = 0.67(mA)$$

- Cực C:

- Giả sử β của transistor đủ lớn, dòng I_C xấp xỉ bằng dòng I_E

$$I_C \approx I_E = 0.67 = 0.67(mA)$$

$$\Rightarrow I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{0.67m}{100} = 6.7(\mu A)$$

- Điện áp V_C

$$V_C = V_{CC} - I_C \cdot R_C = 10 - 0.67m \cdot 10k = 3.3(V)$$

Kiểm tra chế độ hoạt động của transistor:

Có $V_{CE} = V_C - V_E = 3.3 - 0.67 = 2.63(V) > V_{CE}(sat)$, vậy BJT đang hoạt động trong vùng **tích cực**.

2. Phân tích AC

a. Tầng khuếch đại CE:

- Tầng khuếch đại này cung cấp sự khuếch đại tín hiệu từ đầu vào (qua tụ C_i) đến cực C (qua tụ C_o).
- Điện trở tải AC của mạch: Tổng trở tải của tầng CE được xác định bởi R_C song song với tổng trở tải của mạch dao động (mạng LC).
- Đáp ứng tần số: Tầng CE này có thể khuếch đại tín hiệu AC ở tần số thấp, nhưng với mạng LC phía sau sẽ chọn lọc tín hiệu dao động ở tần số cụ thể.
- Tín hiệu đầu vào AC đi qua tụ C_i . Tụ này có nhiệm vụ ngăn chặn tín hiệu DC, chỉ cho tín hiệu AC đi qua.
- Tụ C_E (bypass capacitor) được mắc song song với điện trở R_E để giảm tổng trở AC tại cực E, từ đó tăng cường độ khuếch đại của mạch.

b. Trở kháng vào/ra của mạch:

- Trở kháng ngõ vào Z_{in} :

Trở kháng ngõ vào Z_{in} của mạch khuếch đại CE bao gồm trở kháng của mạch bias và trở kháng nhìn từ cực base vào:

$$Z_{in} = R_B // (\beta \cdot (R_E // r_e))$$

Trong đó:

$$R_B = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{100k \cdot 18k}{100k + 18k} = 15.25(k\Omega)$$

$$r_e = \frac{V_T}{I_E} = \frac{26m}{0.83m} = 31.3(\Omega)$$

$$\Rightarrow Z_{in} = 2.53(k\Omega)$$

- Trở kháng ngõ ra Z_{out}

Trở kháng ngõ ra Z_{out} của mạch khuếch đại CE chủ yếu là trở kháng nhìn từ cực collector của transistor:

$$Z_{out} = RC // \frac{r_o}{\beta}$$

Vì r_o là điện trở nội tại của transistor và có thể bỏ qua trong tính toán sơ bộ vì giá trị của nó thường rất lớn so với R_C , nên

$$Z_{out} \approx RC = 10(k\Omega)$$

c. Mạch LC dao động:

- Mạch LC bao gồm các tụ C_1 , C_2 , C_3 và cuộn dây L_1 , tạo thành một bộ lọc thông dải.
- Tần số cắt cao:

$$f_H = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 C_3}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{47\mu \cdot 5p}} = 10.38(MHz)$$

d. Hệ số khuếch đại điện áp

- Điện trở AC của cực E:

$$r_e = \frac{V_T}{I_E} = \frac{26m}{0.83m} = 31.3(\Omega)$$

- Hệ số khuếch đại điện áp:

$$AV = \frac{-RC}{re + RE} = \frac{-10k}{31.3 + 1k} = -9.7$$

e. Phân tích tần số:

- Tần số cắt cao của mạch:

$$f_H = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 C_3}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{47\mu. 5p}} = 10.38(MHz)$$

- Tần số cắt thấp do tụ nối tiếp đầu vào C_i :

$$f_{L1} = \frac{1}{2\pi. Z_{in}. C_i} = \frac{1}{2\pi. 2.53k. 0.1\mu} \approx 629(Hz)$$

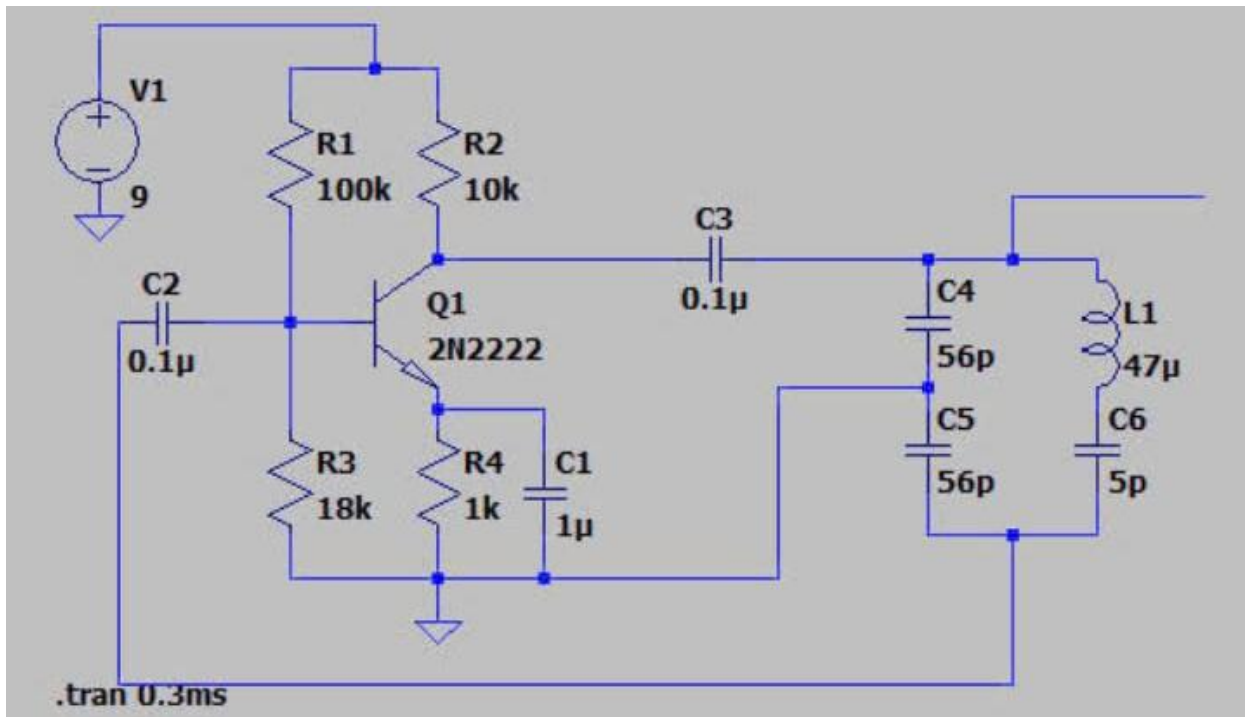
- Tần số cắt thấp do tụ bypass C_E :

$$f_{L2} = \frac{1}{2\pi. R_E. C_E} = \frac{1}{2\pi. 1k. 1\mu}$$

- Tần số cắt thấp do tụ nối tiếp đầu ra C_o :

$$f_{L3} = \frac{1}{2\pi. RC. C_0} = \frac{1}{2\pi. 1k. 1\mu} \approx 159(Hz)$$

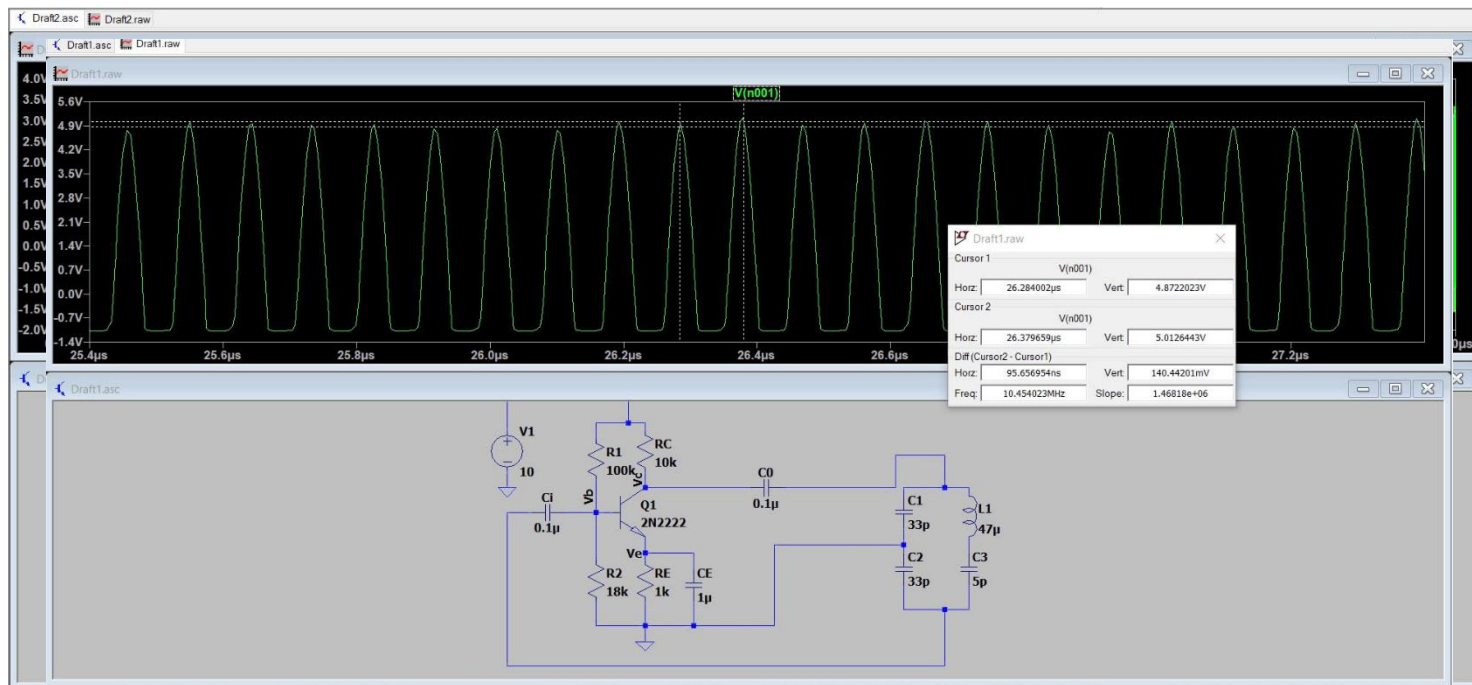
Như vậy sơ đồ mạch hoàn thiện:



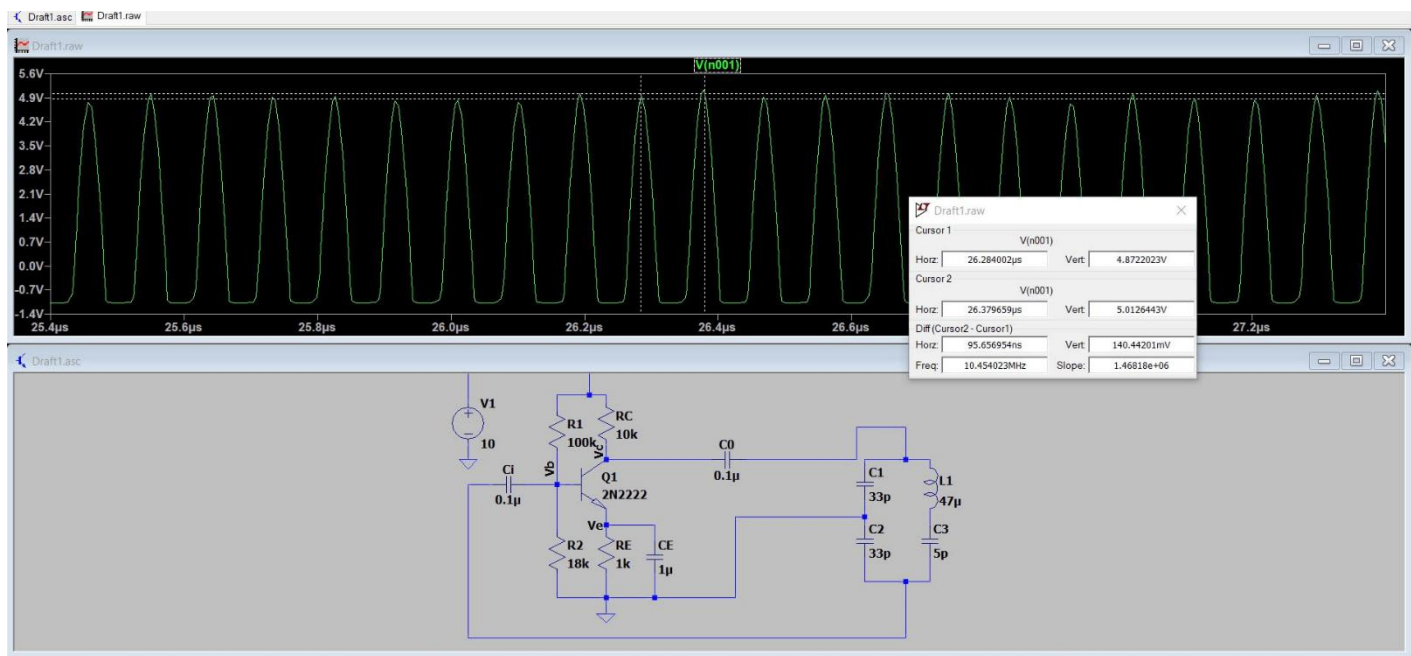
Hình II.2: Sơ đồ mạch OSC Clapp sau khi thiết kế hoàn chỉnh

Với R_2, R_4 là điện trở R_C, R_E , C_1 là tụ C_E ,

III. MÔ PHỎNG MẠCH, ĐO ĐẶC THÔNG SỐ BẰNG PHẦN MỀM LT SPICE



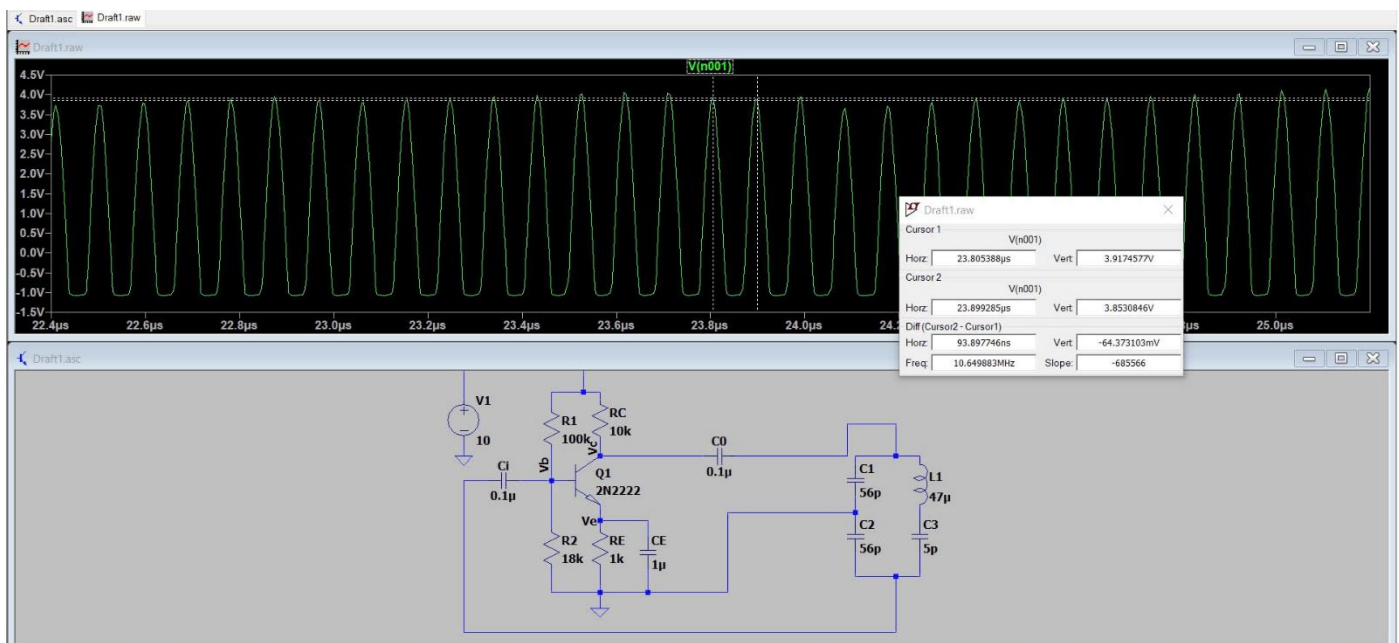
Hình III.1 Hình dạng sóng ngõ ra ở mức tần số 10MHz



Cursor 1	V(n001)
Horz: 26.284002μs	Vert: 4.8722023V
Cursor 2	V(n001)
Horz: 26.379659μs	Vert: 5.0126443V
Diff (Cursor2 - Cursor1)	
Horz: 95.656954ns	Vert: 140.44201mV
Freq: 10.454023MHz	Slope: 1.46818e+06

Hình III.2 Giá trị tần số ở trường hợp tụ con 33pF

Ta có sai số = $\frac{10.454 - 10}{10} \cdot 100 = 4.54\%$



Hình III.3 Giá trị tần số ở trường hợp tụ con 56pF

Ta có sai số = $\frac{10.649-10}{10} \cdot 100 = 6.49\%$

Tóm lại, kết quả sau khi mô phỏng có sai số bởi vì các linh kiện mua trên thị trường không đáp ứng được yêu cầu chính xác 100% về mặt thông số, nên một vài sai lệch nhỏ của linh kiện dẫn đến sai số ngỏ ra như trên.

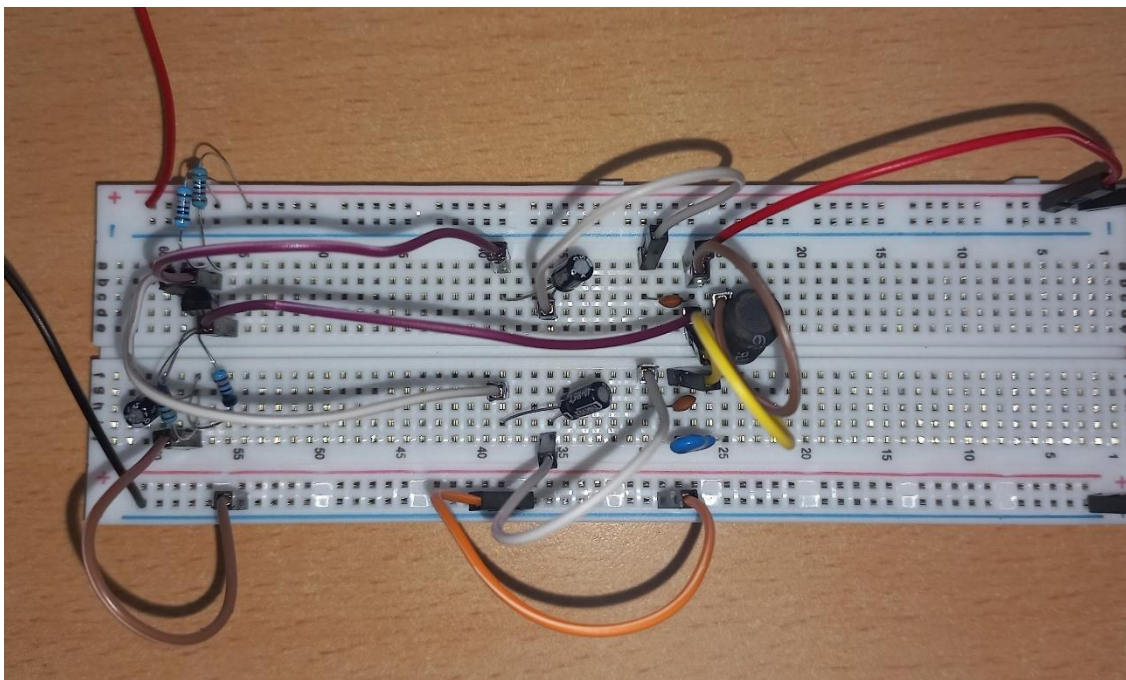
Nhóm chúng em đề xuất giải pháp là sử dụng phương pháp mắc song song, nối tiếp các tụ điện, cuộn cảm để đưa giá trị linh kiện tuyến tính tới giá trị mong muốn.

Cursor 1			
		V(n001)	
Horz:	23.805388μs	Vert:	3.9174577V
Cursor 2			
		V(n001)	
Horz:	23.899285μs	Vert:	3.8530846V
Diff (Cursor2 - Cursor1)			
Horz:	93.897746ns	Vert:	-64.373103mV
Freq:	10.649883MHz	Slope:	-685566

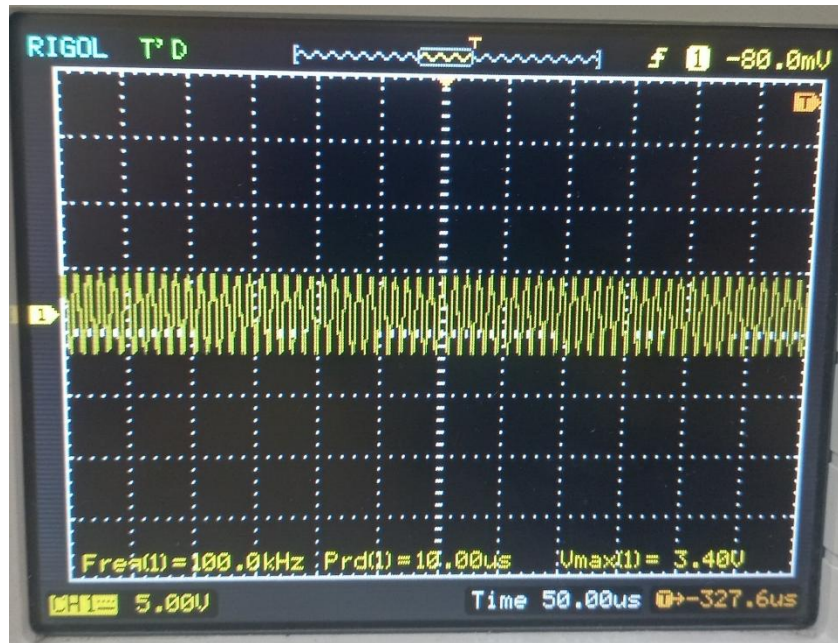
IV. THI CÔNG MẠCH, ĐO ĐẶC KẾT QUẢ THỰC TẾ

Thực hiện lắp mạch theo sơ đồ, với linh kiện được liệt kê trong danh sách sau:

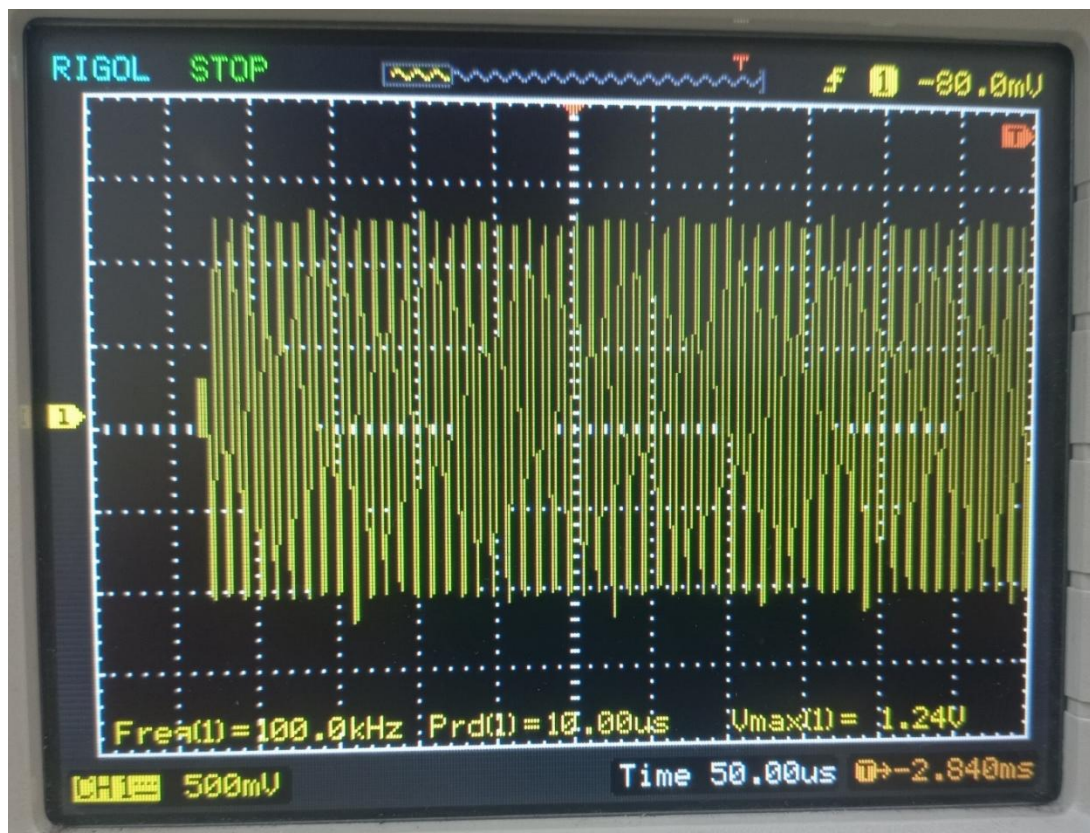
STT	Linh kiện		Số lượng
	Loại	Tên – thông số	
1	BJT	2n2222	1
2	Điện trở	Điện trở 1k	1
		Điện trở 100k	1
		Điện trở 18k	1
		Điện trở 10k	1
3	Tụ điện	Tụ hóa $1\mu F - 50V$	1
		Tụ hóa $0.1\mu F - 50V$	2
		Tụ gốm $56pF - 50V$	2
4	Cuộn cảm	Cuộn cảm $47\mu H$	1



Hình IV.1: Mạch thực tế sau khi thi công



Hình IV.2: Giá trị $V_{max} = 3.4V$



Hình IV.3: Hình dạng sóng ngõ ra thực tế

Do oscilloscope chỉ đo được tần số tối đa là 200kHz nên nhóm chúng em phải điều chỉnh hệ số nhân là 100X, từ đó ta quan sát được sóng ngõ ra ở tần số 10MHz

Như vậy, sau khi đo đặc thực tế thì kết quả cho thấy các thông số đầu ra về cơ bản gần giống như mô phỏng.

V. KẾT LUẬN

Thông qua việc thực hiện đề tài bài tập lớn này, chúng em đã tích lũy thêm kinh nghiệm cũng như kỹ năng khi thực hiện thiết kế mạch khuếch đại. Bên cạnh đó việc thực hiện bài tập lớn cũng giúp chúng em nắm vững kiến thức hơn để chuẩn bị cho bài thi cuối kì. Về phần kết quả, so với các giá trị mô phỏng thì có thể chính xác và gần xác giá trị thực tế hơn. Nhưng đó là các giá trị lý tưởng và thực tế thì không thể nào đạt được như thế. Chính vì vậy mà số liệu nhóm em có thể khác so với mô phỏng và lý thuyết nhưng nó sai số không quá lớn và vẫn có thể chấp nhận được. Chính vì vậy nhóm chúng em rất mong nhận được góp ý của Thầy để có thể tích lũy thêm kiến thức và kinh nghiệm để có thể hoàn thành công việc tốt hơn.

Chúng em trân trọng cảm ơn Thầy.

VI. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Clapp Oscillator: Frequency Formula And Circuit Diagram, truy cập từ “[Clapp Oscillator: Frequency Formula And Circuit Diagram | Electrical4U](#)”
- [2] Colpitts Oscillator: What is it? (Circuit Diagram & How To Calculate Frequency of colpitts oscillator), truy cập từ “[Colpitts Oscillator: What is it? \(Circuit Diagram & How To Calculate Frequency\) | Electrical4U](#)”
- [3] Slide bài giảng Electronic Circuit for Communications, Thầy Đinh Quốc Hùng