

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP. HỒ CHÍ MINH**  
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA**  
**KHOA ĐIỆN – ĐIỆN TỬ**  
**BỘ MÔN ĐIỆN TỬ**

-----o0o-----



**ĐỒ ÁN MÔN HỌC**

**THIẾT KẾ KỸ THUẬT**

Giáo viên hướng dẫn : Thạc sĩ Hồ Trung Mỹ

Sinh viên thực hiện : Lê Quang Huy - 1611260

Huỳnh Thế Hào - 1610875

*Tp. Hồ Chí Minh, 6/2019*

## LỜI NÓI ĐẦU

Vi điều khiển được sử dụng rất nhiều trong các thiết bị điều khiển tự động, như hệ thống điều khiển động cơ xe, các thiết bị cấy ghép y học, điều khiển từ xa và các hệ thống nhúng khác. Một người kỹ sư điện – điện tử cần phải có kiến thức vững vàng và khả năng sử dụng thành thạo các loại vi điều khiển. Chính vì thế, với Đồ án Môn học Thiết kế Kỹ thuật, nhóm đã lựa chọn đề tài “THIẾT KẾ CALCULATOR DÙNG VI ĐIỀU KHIỂN TÍNH TOÁN ĐƯỢC CÁC PHÉP TOÁN CỘNG, TRỪ, NHÂN, CHIA, LƯỢNG GIÁC, LOG, EXP, VÀ ĐẶC BIỆT CÓ CHẾ ĐỘ CHO PHÉP ĐỊNH TRỊ ĐƯỢC BIỂU THỨC.”

Nhóm xin gửi lời cảm ơn chân thành đến Thầy **Hồ Trung Mỹ**, giảng viên Trường Đại học Bách Khoa Thành phố Hồ Chí Minh, giáo viên phụ trách hướng dẫn cho nhóm. Trong quá trình thực hiện đề tài, thầy đã giúp đỡ nhóm rất nhiều về tài liệu tham khảo, giải đáp các thắc mắc và cho nhóm những góp ý quý giá.

Tuy đã cố gắng hết sức để hoàn thiện đồ án nhưng nhóm chắc chắn sẽ không tránh khỏi được những thiếu sót. Nhóm rất mong nhận được sự thông cảm và góp ý của quý thầy cô.

*Tp. Hồ Chí Minh, ngày 8 tháng 6 năm 2019*

**Các sinh viên**

Lê Quang Huy và Huỳnh Thế Hào

# MỤC LỤC

<b>1. GIỚI THIỆU</b>	1
1.1. Nhiệm vụ đề tài	1
1.2. Phân chia công việc nhóm	2
<b>2. LÝ THUYẾT</b>	4
2.1. Vi điều khiển PIC 16F877A	4
2.1.1. Đặc tính, cấu trúc và chức năng các PORT	4
2.1.2. Tổ chức bộ nhớ và thanh ghi	7
2.2. Khởi nhập và hiển thị (Keypad và LCD)	9
2.2.1. Keypad (Ma trận phím)	9
2.2.2. LCD 16x2	10
<b>3. THIẾT KẾ VÀ THỰC HIỆN PHẦN CỨNG</b>	12
3.1. Các linh kiện sử dụng	12
3.2. Sơ đồ kết nối	12
3.3. Sơ đồ thiết kế phần cứng	12
<b>4. THIẾT KẾ VÀ THỰC HIỆN PHẦN MỀM</b>	13
4.1. Lựa chọn phần mềm	13
4.2. Thực hiện phần mềm	14
<b>5. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG</b>	16
<b>6. KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN</b>	16
6.1. Kết luận	16
6.2. Hướng phát triển	16
<b>7. TÀI LIỆU THAM KHẢO</b>	18

## DANH SÁCH HÌNH MINH HỌA

Hình 2.1. Sơ đồ cấu trúc vi điều khiển PIC16F877A	5
Hình 2.2. Sơ đồ chân của vi điều khiển PIC16F877A	6
Hình 2.3. Kiến trúc Neumann và kiến trúc Harvard	7
Hình 2.4. Sơ đồ bộ nhớ chương trình và ngăn xếp	8
Hình 2.5. Tổ chức bộ nhớ chứa cả mã lệnh và dữ liệu	9
Hình 2.6. Thanh ghi trạng thái	9
Hình 2.7. Ma trận bàn phím	10
Hình 2.8. LCD 16x2	10
Hình 3.1. Sơ đồ kết nối	12
Hình 4.1. Phần mềm mikroC PRO for PIC	13
Hình 4.2. Phần mềm Proteus	14
Hình 4.3. Lưu đồ giải thuật của hàm calculateX	15

## **DANH SÁCH BẢNG SỐ LIỆU**

Bảng 1.1. Bảng phân chia công việc	3
Bảng 2.1. Bảng thông số kỹ thuật LCD 16x2	11

# 1. GIỚI THIỆU

## 1.1. Nhiệm vụ đề tài

Yêu cầu của đề tài là thiết kế và mô phỏng sử dụng phần mềm Calculator có các khả năng sau:

- Tính toán được các phép toán đơn giản gồm cộng, trừ, nhân, chia, lượng giác, log, exp. Cụ thể, Calculator phải thực hiện được một phép toán đơn giản có hai toán hạng, ví dụ:  $2 + 3$ ,  $3 * \sin(45)$ , ...; có khả năng lưu kết quả của phép toán trước vào biến “ans” để sử dụng dụng cho phép toán sau, ví dụ:  $4.5 * \text{ans}$ .
- Đối với chế độ định trị biểu thức, Calculator ít nhất phải có khả năng định trị cho đa thức bậc n.
- Các dữ liệu đầu vào và ra của Calculator đều phải ở dạng số thực.

Từ những yêu cầu của đề tài, nhóm đã đặt ra những yêu cầu về phần cứng và phần mềm cho sản phẩm:

- Về phần cứng, Calculator phải có màn hình để hiển thị, có bàn phím (keypad) để nhập dữ liệu vào và yêu cầu kết quả ra và phải sử dụng vi điều khiển để điều khiển hoạt động của Calculator.
- Về phần mềm, phải thiết kế được phần mềm sử dụng ngôn ngữ C có thể nhận được giá trị của nút bấm, thực hiện các phép toán như yêu cầu đề tài và điều khiển màn hình hiển thị theo nhu cầu người lập trình. Nếu có thể, cải thiện thuật toán để nâng cao hiệu quả về bộ nhớ cũng như thời gian.

## 1.2. Phân chia công việc trong nhóm

Bảng phân chia công việc gồm tên công việc cụ thể, thời hạn thực hiện, thời gian bắt đầu & sinh viên chịu trách nhiệm công việc được trình bày cụ thể như dưới đây:

	Tên công việc	Thời gian thực hiện (tuần)	Ngày bắt đầu	Sinh viên thực hiện
1	Nghiên cứu về vi điều khiển (nói chung) & vi điều khiển PIC	3	21/2/2019	Lê Quang Huy & Huỳnh Thế Hào
2	Nghiên cứu hiển thị LCD, keypad	1	14/3/2019	Huỳnh Thế Hào
3	Nghiên cứu thuật toán cho các phép toán	1	14/3/2019	Lê Quang Huy
4	Nghiên cứu công cụ hỗ trợ (Proteus, mikroC)	1	14/3/2019	Lê Quang Huy & Huỳnh Thế Hào
5	Thiết kế hiển thị LCD & thử nghiệm	1	28/3/2019	Huỳnh Thế Hào
6	Thiết kế keypad & thử nghiệm	1	28/3/2019	Lê Quang Huy
7	Thiết kế mạch hoàn chỉnh	2	4/4/2019	Lê Quang Huy & Huỳnh Thế Hào

8	Viết chương trình	3	28/3/2019	Lê Quang Huy & Huỳnh Thế Hào
9	Mô phỏng, đánh giá kết quả & Cải tiến	3	18/4/2019	Lê Quang Huy & Huỳnh Thế Hào
10	Viết báo cáo	10	21/2/2019	Lê Quang Huy & Huỳnh Thế Hào

***Bảng 1.1. Bảng phân chia công việc***

Bảng phân chia công việc trên được dựa vào Gantt Chart đã gửi cho GVHD.



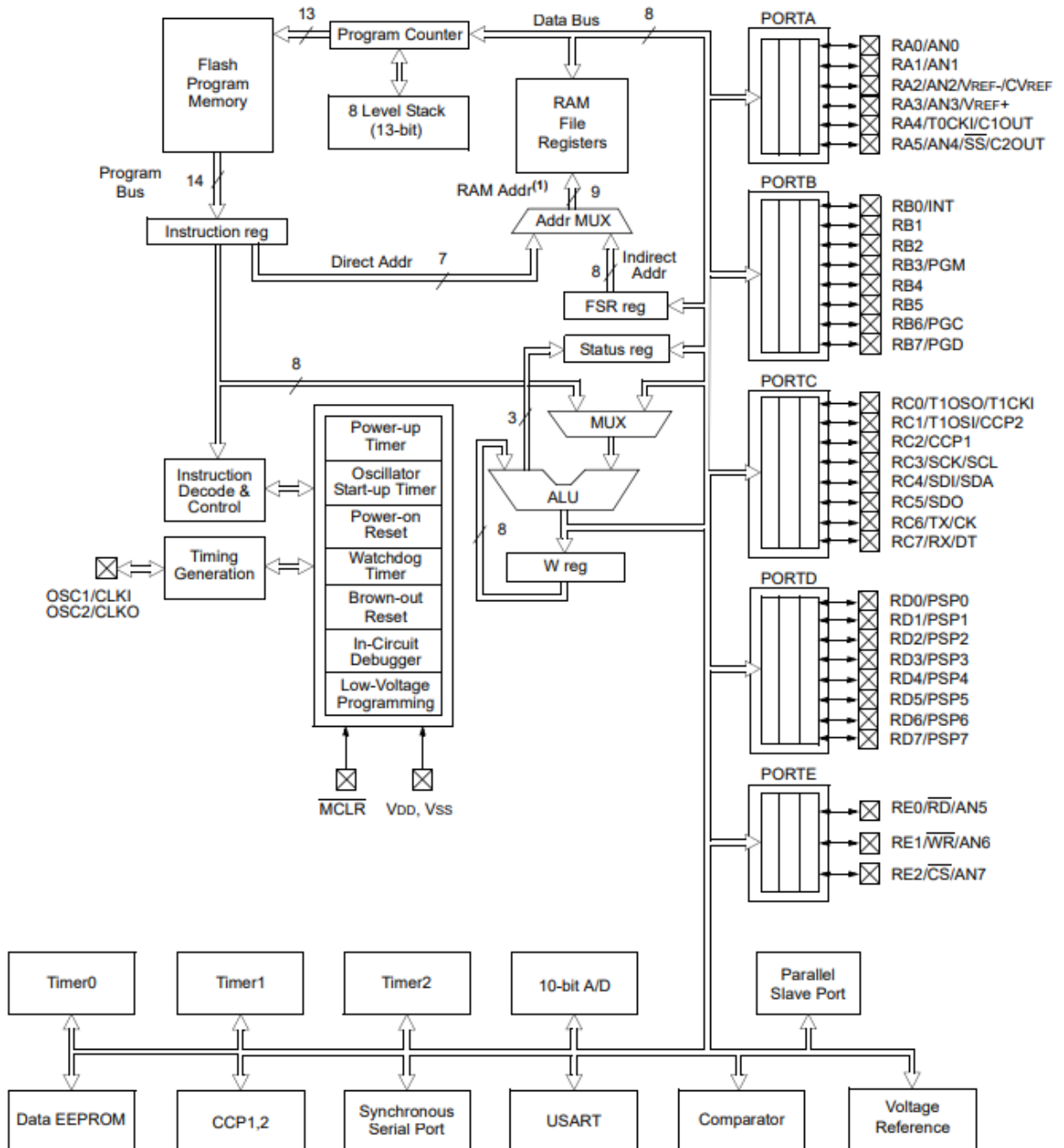
## 2. LÝ THUYẾT

### 2.1. Vi điều khiển PIC 16F877A

#### 2.1.1. Đặc tính, cấu trúc và chức năng các PORT:

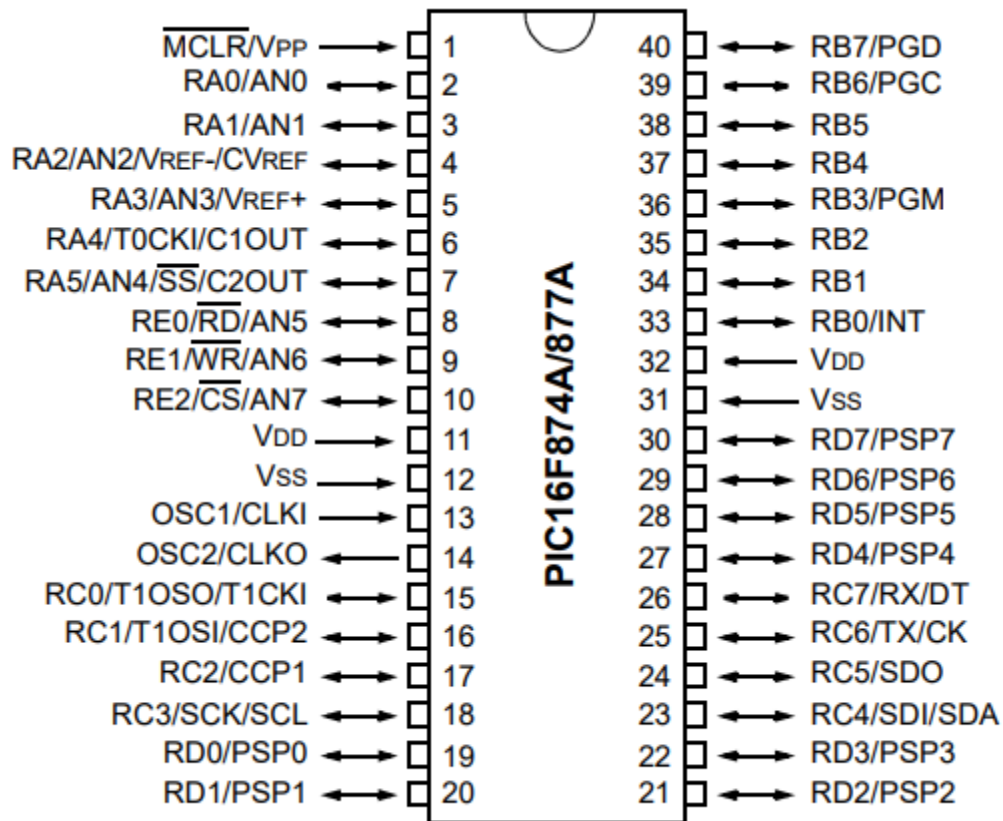
- Đặc điểm thực thi tốc độ cao CPU RISC:
  - Có 35 lệnh đơn.
  - Thời gian thực hiện tất cả các lệnh là 1 chu kỳ máy, ngoại trừ lệnh rẽ nhánh là 2.
  - Tốc độ hoạt động: Ngõ vào xung clock có tần số 20MHz và chu kỳ thực hiện lệnh 200ns.
  - Có nhiều nguồn ngắt.
  - Có 3 kiểu định địa chỉ trực tiếp, gián tiếp và tức thời.
- Cấu trúc đặc biệt của vi điều khiển:
  - Có 33 chân I/O cho phép lựa chọn hướng đọc lập
    - Mỗi ngõ ra có thể nhận/cấp dòng lớn khoảng 25mA nên có thể trực tiếp điều khiển LED.
    - Có các PORT báo ngắt khi có thay đổi các mức LOGIC.
    - Có các PORT có điện trở kéo lên bên trong có thể lập trình.
    - Có ngõ vào báo thức khởi chế độ công suất thấp.
  - Có module so sánh tương tự:
    - Có 2 bộ so sánh điện áp tương tự
    - Có module nguồn điện áp tham chiếu có thể lập trình
    - Có nguồn điện áp tham chiếu cố định có giá trị bằng 0.6 V
    - Có các ngõ vào và ngõ ra của bộ so sánh điện áp.
    - Có chế độ chốt SR.

- Sơ đồ cấu trúc của vi điều khiển PIC 16F877A



**Hình 2.1.** Sơ đồ cấu trúc vi điều khiển PIC16F877A

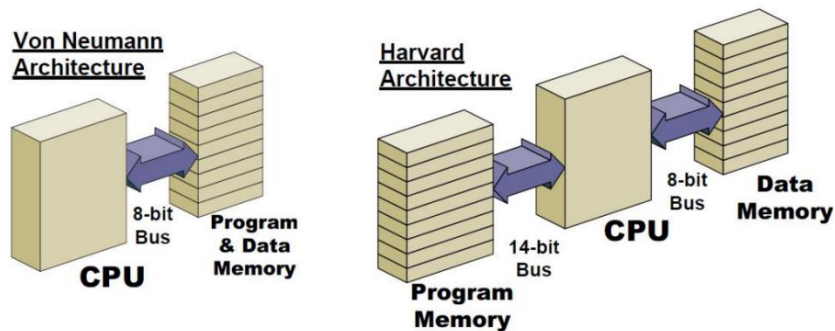
- Khảo sát sơ đồ chân của vi điều khiển PIC 16F877A



**Hình 2.2.** Sơ đồ chân của vi điều khiển PIC16F877A

- Chức năng các chân PORTA: PORTA là port I/O hai chiều( xuất nhập).
- Chức năng các chân PORTB: PORTB là port I/O hai chiều, PORTB có thể.
- Chức năng các chân PORTC : PORTC là port I/O hai chiều( xuất nhập).
- Chức năng các chân PORTD : PORTD là cổng I/O hai chiều hoặc cổng Parallel Slave khi giao tiếp với bus vi xử lý.
- Chức năng các chân PORTE : PORTE là port I/O hai chiều( xuất nhập).

### 2.1.2. Tổ chức bộ nhớ và thanh ghi : Có 2 loại kiến trúc bộ nhớ có bản là kiến



trúc Von Neumann và Harvard.

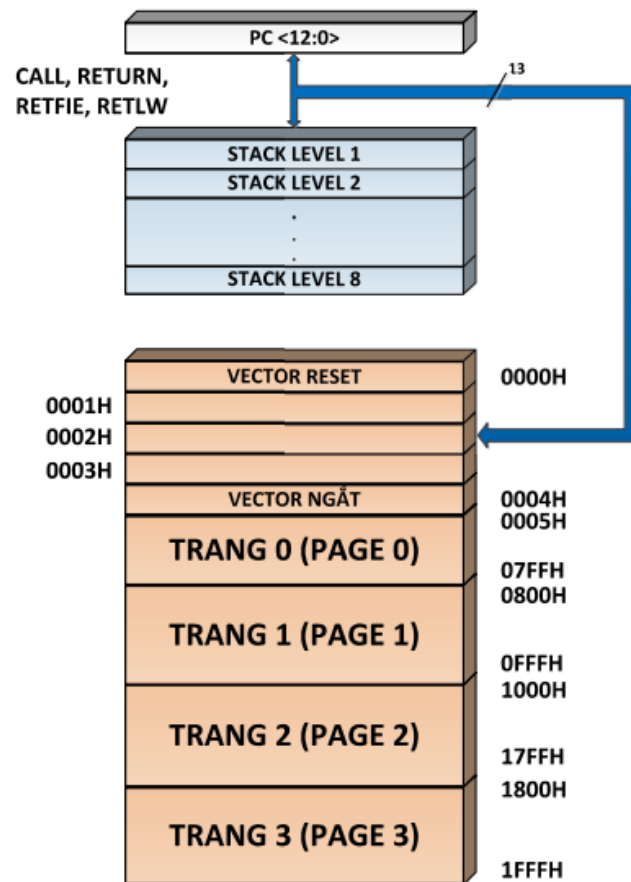
**Hình 2.3.** Kiến trúc Neumann và kiến trúc Havard

**Kiến trúc Von Neumann:** Với kiến trúc này thì bộ nhớ giao tiếp với CPU thông qua 1 bus dữ liệu 8 bit, bộ nhớ có các ô nhớ chứa dữ liệu 8 bit, bộ nhớ vừa lưu trữ chương trình và dữ liệu. Ưu điểm: Kiến trúc đơn giản. Nhược điểm: do chỉ có 1 bus nên tốc độ truy suất chậm, khó thay đổi dung lượng lưu trữ của ô nhớ.

**Kiến trúc Harvard:** với kiến trúc này thì bộ nhớ tách ra làm 2 bộ nhớ độc lập: bộ nhớ lưu chương trình và bộ nhớ dữ liệu, CPU giao tiếp với 2 bộ nhớ độc lập nên cần 2 bus độc lập. Vì độc lập nên có thể thay đổi số bit lưu trữ của từng bộ nhớ mà không ảnh hưởng lẫn nhau. Ưu điểm: do chỉ có 2 bus nên tốc độ truy suất nhanh, tùy ý thay đổi số bit của ô nhớ. Nhược điểm: kiến trúc phức tạp.

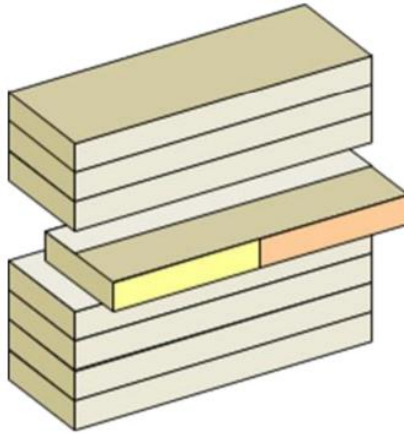
- Tổ chức bộ nhớ chương trình của vi điều khiển PIC 16F877A.
  - Bộ nhớ chương trình của PIC 16F8xx có dung lượng 8K được chia làm 4 trang bộ nhớ, mỗi trang 2K.( Xem hình dưới)
  - Thanh ghi bộ đếm chương trình PC( Program Counter) sẽ quản lý dữ liệu của bộ nhớ chương trình, thanh ghi PC có độ dài 13 bit sẽ quản lý 8192 ô nhớ tương đương 8K ô nhớ. Mỗi ô nhớ chương trình lưu 14 bit dữ liệu.
  - Khi PIC bị reset thì thanh ghi PC có giá trị là 0000H và PIC sẽ bắt đầu thực hiện chương trình tại địa chỉ 0000H.

- Khi có bất kỳ ngắt nào tác động thì PIC sẽ thực hiện chương trình phục vụ ngắt quản tại địa chỉ 0004H.
- Mỗi trang bộ nhớ của chương trình có địa chỉ xác định như hình 2-6, việc phân chia theo trang bộ nhớ chỉ có tác dụng đối với lệnh nhảy và lệnh gọi chương trình con. Khi nơi nhảy đến hoặc khi gọi chương trình con nằm trong cùng 1 trang thì lệnh sẽ viết ngắn gọn hơn, mã lệnh ít hơn so với trường hợp nằm khác trang.



**Hình 2.4.** Sơ đồ bộ nhớ chương trình và ngắt xếp

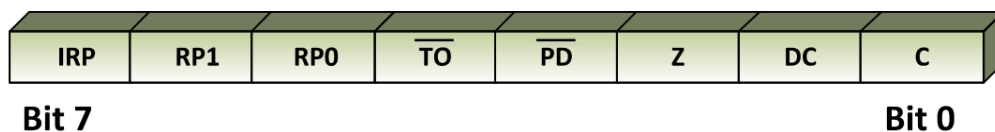
- Khảo sát bộ nhớ dữ liệu và thanh ghi trạng thái.
  - Cấu trúc bộ nhớ dữ liệu



**Hình 2.5.** Tổ chức bộ nhớ chứa cả mã lệnh và dữ liệu

Theo hình trên, bộ nhớ dữ liệu được chia làm 4 bank thanh ghi, mỗi bank có 128 ô, tổng cộng là 512 ô nhớ, nhưng do một số thanh ghi có chức năng đặc biệt ở bank nào cũng có nên làm giảm số lượng. Ví dụ thanh ghi trạng thái ở 4 bank đều có, thay vì 4 thanh ghi thì chỉ xem là 1, tương tự cho các thanh ghi khác. Số lượng thực thi chỉ còn 368 ô nhớ.

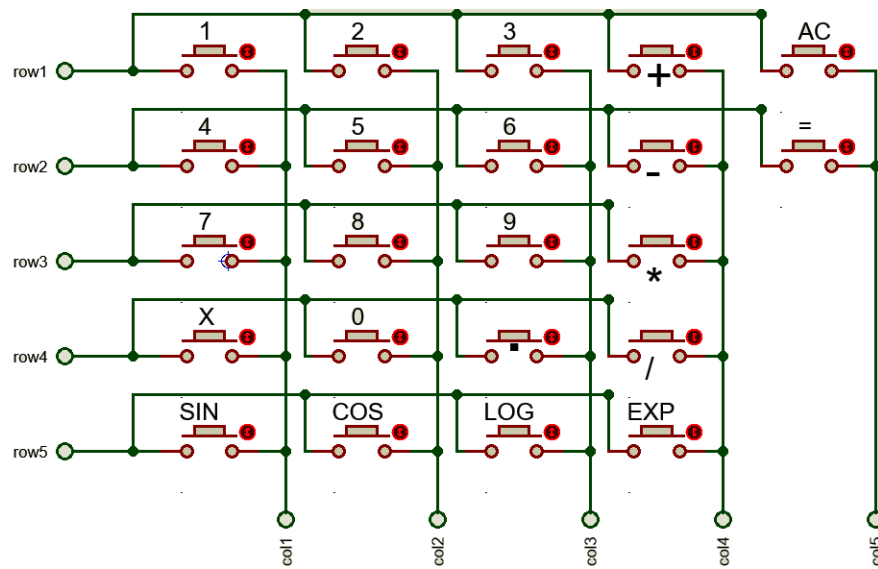
- Thanh ghi trạng thái: chứa các khối ALU, trạng thái RESET và các bit chọn bank bộ nhớ dữ liệu.



**Hình 2.6.** Thanh ghi trạng thái

## 2.2. Khối nhập và hiển thị (Keypad và LCD)

### 2.2.1. Keypad: Ma trận phím.



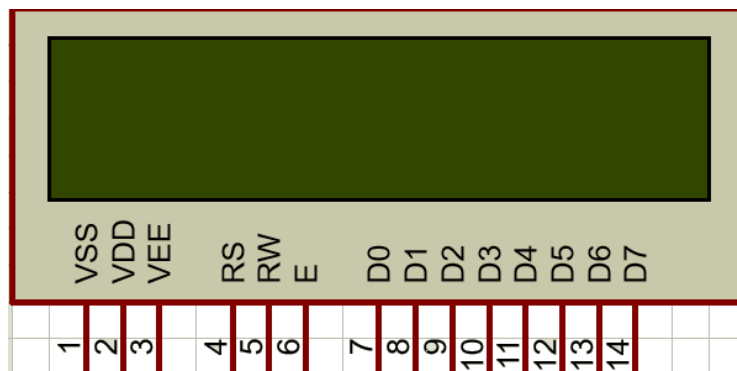
**Hình 2.7.** Sơ đồ ma trận bàn phím

**Nguyên lý hoạt động của ma trận phím: (hình vẽ)**

- Các chân row(i) và col(j) sẽ kết nối với PIC.
- Khi ta nhấn nút, row(i) và col(j) tương ứng sẽ cho ta giá trị tại phím đó.

### 2.2.2. LCD 16x2 xanh lá

- Màn hình sử dụng driver HD44780, có khả năng hiển thị 2 dòng với mỗi dòng 16 ký tự.
- Màn hình hiển thị chữ đen trên nền xanh lá, có thể sử dụng biến trở để điều chỉnh độ sáng.



**Hình 2.8. LCD 16x2**

Điện áp hoạt động	5V DC
Kích thước	80*36*12,5 mm
RS ( lựa chọn thanh ghi )	RS = 0 ( thanh ghi lệnh) RS = 1 ( thanh ghi dữ liệu)
R/W ( thanh ghi đọc / viết dữ liệu)	R/W = 0 ( thanh ghi viết) R/W = 1 ( thanh ghi đọc)
Chân truyền dữ liệu ( DB0 – DB7)	8 bit : DB0 DB7
A (cực dương led nền)	0V-5V DC
K ( cực âm led nền)	0V

**Bảng 2.1. Bảng thông số kỹ thuật LCD 16x2**





- Chân Vpp của PIC nối trực tiếp với nguồn.
- Chân CLKIN và CLKOUT được nối như hình.

## 4. THIẾT KẾ VÀ THỰC HIỆN PHẦN MỀM

### 4.1. Lựa chọn phần mềm

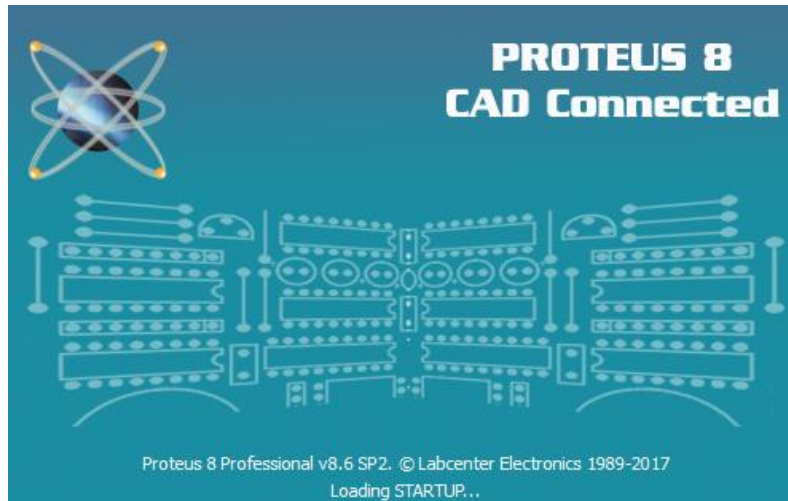
Để thiết kế Calculator sử dụng vi điều khiển PIC ta cần 2 phần mềm quan trọng: trình biên dịch và mô phỏng.

- Trình biên dịch MikroC:
  - Trên thị trường hiện tại có rất nhiều trình biên dịch hỗ trợ cho PIC: mikroC, CSS, MPLAB, ... Trong đó mikroC là trình biên dịch có giao diện dễ dùng, nhiều thư viện,... tương đối phù hợp với nội dung yêu cầu.
  - Vai trò của MikroC: chúng ta sẽ sử dụng ngôn ngữ C để lập trình cho vi điều khiển PIC, nhưng vi điều khiển PIC thì không thể hiểu được ngôn ngữ C nên tập cần MikroC để biên dịch sang ngôn ngữ mà PIC có thể hiểu được.



**Hình 4.1.** Phần mềm mikroC PRO for PIC

- Phần mềm mô phỏng Proteus là phần mềm rất phổ biến dùng để mô phỏng các kết quả cho vi điều khiển, trong đó có cả mô phỏng cho vi điều khiển PIC16F877A.



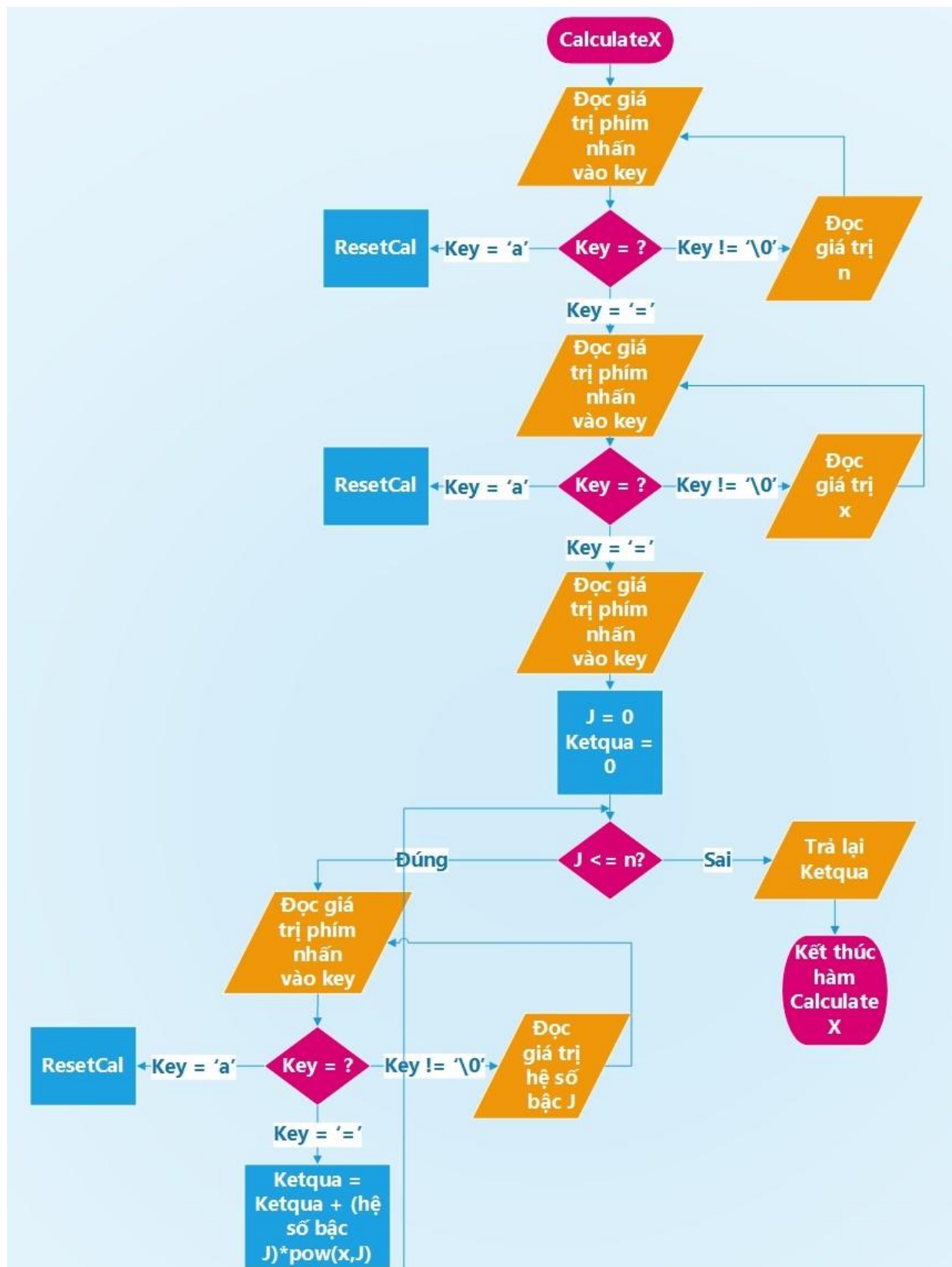
**Hình 4.2.** Phần mềm Proteus

## 4.2. Thực hiện phần mềm

Phần mềm cần thiết kế phải có các hàm tính toán các phép toán theo yêu cầu của đề tài, hàm cho chế độ định trị biểu thức và các hàm có điều khiển hiển thị của màn hình.

Dựa vào yêu cầu trên, nhóm đã xây dựng các hàm cho chương trình như sau :

- char key5\_press (): nhận giá trị phím nhấn.
- float powerH (float x, int j): tính giá trị lũy thừa bậc j của số thực x.
- void ResetCal (): xóa màn hình, đồng thời trả biến ans về giá trị 0.
- float calculate (float numBefore, float numAfter, char operand): thực hiện các phép toán với hai toán hạng là numBefore và numAfter.
- void NextCal(float\* numResult, float\* numBefore, float\* numAfter): dung biến ans để lưu giá trị phép toán trước để tính toán cho phép toán sau.
- void calculateX(): định trị đa thức bậc n. hàm calculate có lưu đồ giải thuật (flowchart) như sau:



*Hình 4.3. Lưu đồ giải thuật của hàm calculateX*

## 5. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG

Nhóm đã thiết kế và mô phỏng thành công Calculator sử dụng vi điều khiển PIC16F877A. Calculator đạt được các yêu cầu đề tài đặt ra:

- Tính toán được các phép toán đơn giản gồm cộng, trừ, nhân, chia, lượng giác, log, exp.
- Có chế độ cho phép định trị biểu thức (nhóm chỉ thực hiện định trị cho đa thức bậc n).

Kết quả của các phép toán nhận được thông qua mô phỏng là khá chính xác (một số phép toán cho kết quả có sai số so với kết quả thực nhưng sai số đó là rất nhỏ).

## 6. KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

### 6.1. Kết luận

Với sự nỗ lực tìm hiểu, cùng với sự giúp đỡ của Thầy **Hồ Trung Mỹ**, nhóm đã hoàn thành đề tài “Thiết kế Calculator dùng vi điều khiển tính toán được các phép toán cộng, trừ, nhân, chia, lượng giác, log, exp, và đặc biệt có chế độ cho phép định trị được biểu thức.”. Qua quá trình thực hiện đề tài này, nhóm đã học hỏi được nhiều kiến thức mới về vi điều khiển, các linh kiện điện tử; rèn luyện khả năng lập trình; trau dồi kỹ năng phân chia công việc và khả năng làm việc nhóm. Bên cạnh đó, nhóm cũng còn nhiều khuyết điểm cần khắc phục, như việc phân bổ quỹ thời gian cho công việc, hoàn thành công việc đúng thời hạn.

### 6.2. Hướng phát triển

Calculator được thực hiện trong đề tài còn rất đơn giản. Hiện nay, các loại calculator khoa học trên thị trường có thể thực hiện được các phép toán rất phức tạp, như các phép toán nhiều toán hạng, tính tích phân, đạo hàm, ... và có rất nhiều chức năng như giải phương trình, hệ phương trình, bảng, thống kê, ... Do đó, từ cơ sở calculator đơn giản đã thiết kế, có thể nâng cấp phần cứng và phần mềm để có thể đạt được những khả năng của các loại calculator khoa học.

## 7. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Đình Phú, “Giáo trình Vi xử lý Vi điều khiển PIC PIC16F887”, 2014.
- [2] “How to make (build) a Calculator using PIC16F877 microcontroller”, <https://www.microcontroller-project.com/calculator-with-pic16f877-microcontroller.html>, truy cập lần cuối 30/5/2019.
- [3] “NxN (8x1, 8x2, 10x2, 16x1, 16x2, 16x4, 20x2, 20x4, 24x2, 30x2, 32x2, 40x2) Character LCD working, Pinout and description”, <https://www.microcontroller-project.com/16x2-lcd-working.html>, truy cập lần cuối 15/5/2019.
- [4] “Calculator using LCD, seven segment and PIC16F877A”, [https://github.com/arjuns/pic16f877a-calculator?fbclid=IwAR2rLjDj-QmoRYuLD2T5iilATTkiR5TrfahTDmenr1aOGT7q\\_8qpc3ilZEg](https://github.com/arjuns/pic16f877a-calculator?fbclid=IwAR2rLjDj-QmoRYuLD2T5iilATTkiR5TrfahTDmenr1aOGT7q_8qpc3ilZEg), truy cập lần cuối 12/5/2019.