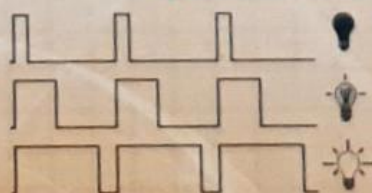
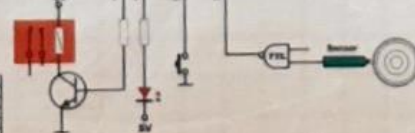
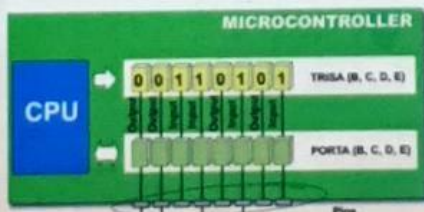
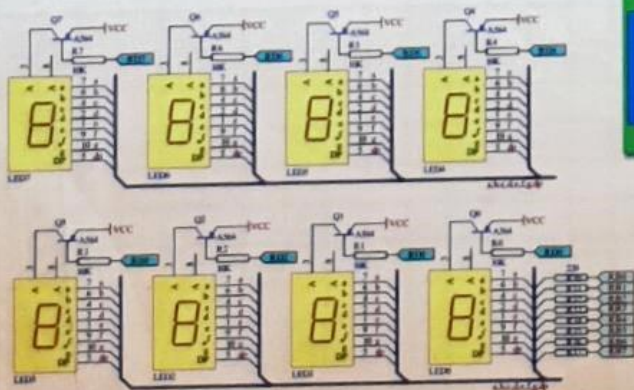
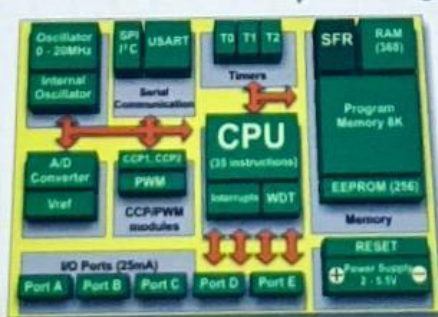
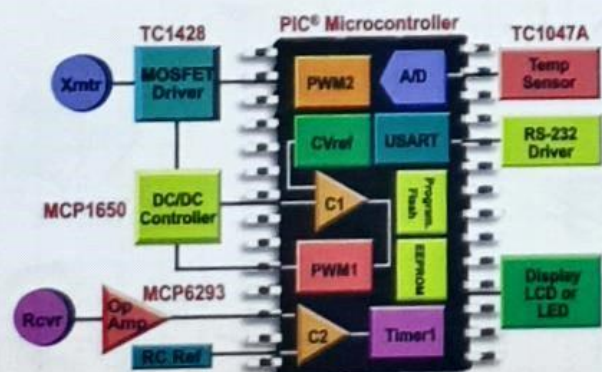


GIÁO TRÌNH VI ĐIỀU KHIỂN
PIC
LÝ THUYẾT-THỰC HÀNH

The diagram illustrates the internal architecture of the PIC16F877A. Key components and their connections include:

- Oscillator (Osc.)**: Provides the clock signal to the **1/2** divider and the **TMR0** module.
- T0CS (Timer 0 Control Select)**: A pin that selects between the oscillator and the internal clock source for Timer 0.
- T0SE (Timer 0 Signal Enable)**: A pin that enables the Timer 0 signal.
- PSA (Prescaler A)**: A pin that selects between the oscillator and the internal clock source for the prescaler.
- WDT (Watchdog Timer)**: A module that generates a **Time-out** signal when the watchdog timer expires.
- Prescaler**: A module that divides the input clock signal by a factor of **PS2, PS1, PS0**.
- TMR0 (Timer 0 Register)**: A register that counts the clock signal.
- TMR0IF (Timer 0 Interrupt Flag)**: A flag that indicates when the TMR0 register has reached its maximum value.



NHÀ XUẤT BẢN THANH NIÊN

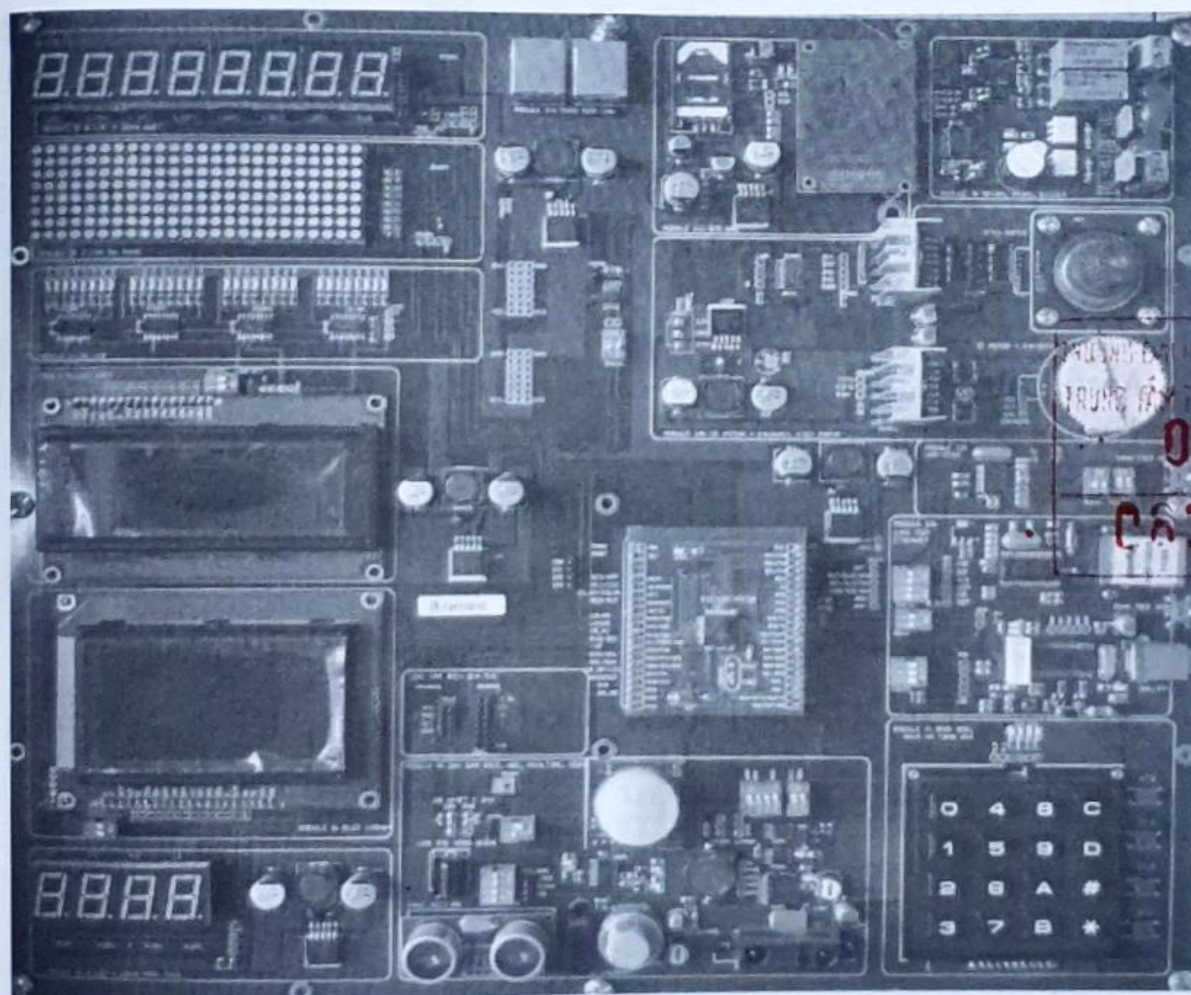
ThS NGUYỄN ĐÌNH PHÚ
ThS TRƯƠNG NGỌC ANH
ThS PHAN VĂN HOÀN

Denso Manufacturing Vietnam Co., Ltd.

GIFT

(NOT FOR RE-SALE)

GIÁO TRÌNH VI ĐIỀU KHIỂN PIC LÝ THUYẾT-THỰC HÀNH



TRUNG ƯƠNG THÔNG TIN THƯ VIỆN
02 13
06392

NHÀ XUẤT BẢN THANH NIÊN

LỜI NÓI ĐẦU

Bộ vi xử lý ngày càng phát triển đa năng và được sử dụng hầu hết trong các hệ thống điều khiển trong công nghiệp cũng như trong các thiết bị điện tử dân dụng. Chính vai trò, chức năng của vi xử lý đã đem lại nhiều ưu điểm, nhiều tính năng đặc biệt cho các hệ thống điều khiển. Các nhà nghiên cứu không ngừng nghiên cứu các hệ thống điều khiển và sử dụng vi xử lý để thay thế nhằm nâng cao khả năng tự động thay thế cho con người, và cũng chính vì thế đã thúc đẩy lĩnh vực vi xử lý ngày càng phát triển không ngừng, đáp ứng yêu cầu điều khiển. Để đơn giản bớt sự phức tạp của phần cứng khi dùng vi xử lý, các nhà nghiên cứu đã tích hợp hệ vi xử lý, bộ nhớ, các ngoại vi thành một vi mạch duy nhất gọi là vi điều khiển.

Nội dung giáo trình này nghiên cứu các kiến thức cơ bản của vi điều khiển. Do có nhiều họ vi điều khiển khác nhau, từ hệ 8 bit cho đến hệ 32 bit, mức độ tích hợp từ đơn giản đến phức tạp, nhiều hãng chế tạo khác nhau, nhiều chủng loại khác nhau có thể làm cho người bắt đầu học hay nghiên cứu gặp nhiều trở ngại không biết bắt đầu từ hệ nào cho phù hợp, chính vì thế giáo trình này chỉ trình bày họ vi điều khiển 8 bit của hãng Microchip nhằm giúp các bạn sinh viên ngành Điện nói chung có giáo trình để học tập và nghiên cứu một cách dễ dàng. Các ứng dụng dùng vi điều khiển ở nhiều cấp độ khác nhau từ đơn giản đến phức tạp, giáo trình này chỉ trình bày các ứng dụng đơn giản để các bạn có thể đọc hiểu, từ các kiến thức cơ bản đó bạn có thể thực hiện các ứng dụng điều khiển phức tạp hơn. Phần bài tập kèm theo giúp bạn giải quyết các yêu cầu phức tạp. Từ các kiến thức cơ bản của vi điều khiển 8 bit, các bạn hoàn toàn có thể tự nghiên cứu các vi điều khiển nhiều bit hơn như 16 bit, 32 bit.

Trong năm 2018 từ sách STK biên soạn bộ sách học lập trình PIC và VHDL trong thiết kế vi mạch số gồm những quyển sau:

1. **GIÁO TRÌNH VI ĐIỀU KHIỂN PIC: LÝ THUYẾT-THỰC HÀNH**
2. **VI ĐIỀU KHIỂN VÀ ỨNG DỤNG-GIÁO TRÌNH THỰC HÀNH PIC**
3. **VI ĐIỀU KHIỂN VÀ ỨNG DỤNG-LẬP TRÌNH ĐIỀU KHIỂN VỚI PIC**
4. **GIÁO TRÌNH THỰC HÀNH THIẾT KẾ VI MẠCH SỐ BẰNG VHDL-XILINX**

Tập 1 (Lý thuyết) và tập 2 (thực hành) là giáo trình sử dụng cho môn học Vi xử lý tại Khoa Điện trường Đại học Sư Phạm Kỹ thuật TP.HCM.

Tập 3 là tài liệu tham khảo, nội dung trình bày trong tập 3 chủ yếu là các bài tập thực hành giúp sinh viên củng cố các kiến thức đã học (lý thuyết) từ PIC. Các đoạn mã lập trình (code) trong các bài tập đều có những giải thích giúp người học hiểu rõ các lệnh. Ngoài ra, bạn đọc còn được hướng dẫn khai thác và sử dụng chương trình Proteus trong vẽ, mô phỏng vi xử lý và vi điều khiển, đây là công cụ không thể thiếu với những người học lập trình vi xử lý và vi điều khiển.

Tập 4 là tài liệu hướng dẫn sử dụng VHDL trong thiết kế mạch số biên soạn dựa trên kit FPGA dùng chip Xilinx có các kết nối ngoại vi cơ bản giúp cho sinh viên hay người bắt đầu tiếp cận một cách dễ dàng, phần mềm EDA do Xilinx cung cấp, ngôn ngữ được sử dụng là VHDL. Các bài thực hành thiết kế vi mạch được trình bày trong giáo trình này đi từ cơ bản đến phức tạp, từ đơn giản đến nâng cao để người học dễ tiếp thu và dễ thực hành.

NỘI DUNG SÁCH GIÁO TRÌNH VI ĐIỀU KHIỂN PIC: LÝ THUYẾT-THỰC HÀNH.

Giáo trình vi điều khiển PIC: Lý thuyết-Thực hành là tập 1 trong bộ sách này. Giáo trình được biên soạn thành 10 chương, chủ yếu trình bày lý thuyết vi điều khiển PIC 16F887:

Chương 1. Đặc tính, cấu trúc, chức năng các port.

Chương 2. Tổ chức bộ nhớ, thanh ghi.

Chương 3. Lệnh hợp ngữ.

Chương 4. Ngôn ngữ lập trình C.

Chương 5. Giao tiếp LED, LCD, phím đơn, ma trận phím.

Chương 6. Timer - Counter.

Chương 7. Chuyển đổi tín hiệu tương tự sang số.

Chương 8. Ngắt.

Chương 9. Điều chế độ rộng xung - PWM.

Chương 10. Truyền dữ liệu UART.

Nội dung chương 1 chủ yếu giới thiệu đặc tính, cấu trúc và chức năng các port của vi điều khiển, người đọc cần phải biết đặc tính của vi điều khiển đang nghiên cứu. Để so sánh khả năng của các vi điều khiển khác nhau ta phải dựa vào đặc tính. Phần cấu trúc bên trong cho bạn biết được tổ chức, mối quan hệ giữa các khối với nhau, chức năng của từng khối. Bạn phải biết tên, ký hiệu đặt tên cho từng port, chức năng của từng port để giúp bạn sử dụng port kết nối đúng với các đối tượng điều khiển.

Nội dung chương 2 giới thiệu cấu trúc tổ chức các loại bộ nhớ tích hợp bên trong vi điều khiển bao gồm bộ nhớ chương trình, bộ nhớ dữ liệu RAM, bộ nhớ ngăn xếp, bộ nhớ Eeprom, các cách truy xuất bộ nhớ.

Nội dung chương 3 giới thiệu về tập lệnh hợp ngữ của vi điều khiển để viết các chương trình bằng hợp ngữ nhưng do lập trình bằng hợp ngữ rất khó và dài khi giải quyết các yêu cầu tính toán phức tạp nên phần này chỉ giới thiệu chứ không nghiên cứu sâu.

Nội dung chương 4 giới thiệu về ngôn ngữ lập trình C cho vi điều khiển PIC. Có nhiều trình biên dịch ngôn ngữ lập trình C cho vi điều khiển nhưng tài liệu này trình bày trình biên dịch CCS. Lập trình bằng ngôn ngữ C giúp các bạn viết chương trình dễ hơn so với hợp ngữ, toàn bộ các chương trình trong tài liệu này đều viết bằng ngôn ngữ lập trình C. Để hiểu các chương trình trong giáo trình và viết các chương trình theo yêu cầu thì bạn cần phải nắm rõ tổ chức của một chương trình C, các kiểu dữ liệu, các toán tử, các thư viện viết sẵn và các lệnh C cơ bản.

Nội dung chương 5 khảo sát chi tiết chức năng các port, sơ đồ mạch của các port, sử dụng các port để xuất nhập tín hiệu điều khiển như led đơn, led 7 đoạn trực tiếp, led 7 đoạn quét, LCD, nút nhấn, bàn phím ma trận. Trong từng yêu cầu sẽ cho bạn biết cách kết nối phần cứng, nguyên lý hoạt động, viết lưu đồ hay trình tự điều khiển và chương trình mẫu, có giải thích từng lệnh hoặc cả chương trình.

Nội dung chương 6 khảo sát chi tiết chức năng của Timer-Counter tích hợp trong vi điều khiển, cách sử dụng Timer-Counter để định thời và đếm sự kiện.

Nội dung chương 7 khảo sát chi tiết chức năng của bộ chuyển đổi tín hiệu tương tự thành tín hiệu số (ADC) tích hợp trong vi điều khiển, cách sử dụng ADC để chuyển đổi các tín hiệu tương tự như cảm biến nhiệt để thực hiện các ứng dụng đo nhiệt độ, cảnh báo quá nhiệt độ trong điều khiển và nhiều ứng dụng khác.

Nội dung chương 8 khảo sát chi tiết chức năng ngắt của vi điều khiển, biết được tính năng ưu việt của ngắt, cách sử dụng ngắt để đáp ứng tối ưu các yêu cầu điều khiển nhằm đáp ứng nhanh các sự kiện xảy ra.

Nội dung chương 9 khảo sát chi tiết chức năng điều chế độ rộng xung PWM của vi điều khiển, biết được nguyên lý hoạt động, tính toán các thông số của xung điều chế, biết lập trình sử dụng chức năng PWM để điều khiển thay đổi độ sáng của đèn, thay đổi tốc độ của động cơ DC và nhiều ứng dụng khác.

Nội dung chương 10 khảo sát chi tiết chức năng truyền dữ liệu nối tiếp UART của vi điều khiển, biết được trình tự thực hiện gửi dữ liệu và nhận dữ liệu, thực hiện các yêu cầu truyền dữ liệu giữa vi điều khiển với máy tính và giữa các vi điều khiển với nhau. Ngoài các kiến thức cơ bản mà các tác giả đã trình bày, còn nhiều chức năng khác của vi điều khiển mà tác giả chưa trình bày thì các bạn có thể tham khảo thêm ở các tài liệu nhà chế tạo cung cấp.

Các file thực hành trong sách và ebook liên quan đến vi điều khiển PIC có thể tải về theo đường dẫn sau:

- http://www.mediafire.com/folder/5255e9pd0fn4h/GIAO_TRINH_VI_DIEU_KHIEN_PIC-LY_THUYET_THUC_HANH
- http://www.mediafire.com/folder/trpra8f1k7397/GIAO_TRINH_VI_DIEU_KHIEN_PIC_LY_THUYET_THUC_HANH
- http://www.mediafire.com/folder/twsmmsbkpi1m6/VI_DIEU_KHIEN_VA_UNG_DUNG-GIAO_TRINH_THUC_HANH_PIC
- http://www.mediafire.com/folder/29rzal4z1cv13/VI_DIEU_KHIEN_VA_UNG_DUNG-GIAO_TRINH_THUC_HANH_PIC
- <https://drive.google.com/open?id=1zyPVTsYEnVYICkY3YL7KdFHbNft0C3pT>
- <https://drive.google.com/file/d/13wCCQlulrVQzwmZOug5PoDR-afAcMwPg/view>
- http://www.mediafire.com/folder/f6z92qktnpgs2/EBOOK_PIC
- http://www.mediafire.com/folder/5559daj11nx83/EBOOK_PIC

Trong quá trình biên soạn không thể tránh khỏi các sai sót nên rất mong các bạn đọc góp ý xây dựng. Mọi ý kiến xin hãy gửi về nhóm tác giả theo địa chỉ

phund@hcmute.edu.vn

hoặc

phu_nd@yahoo.com

Nhóm tác giả xin cảm ơn các bạn bè đồng nghiệp đã đóng góp nhiều ý kiến, xin cảm ơn người thân trong gia đình cho phép nhóm tác giả có nhiều thời gian thực hiện việc biên soạn giáo trình này.

Đại diện nhóm

Nguyễn Đình Phú

MỤC LỤC

TÀI LIỆU THAM KHẢO	2
GIỚI THIỆU	3
CHƯƠNG 1: ĐẶC TÍNH, CẤU TRÚC, CHỨC NĂNG CÁC PORT	7
1.1 GIỚI THIỆU	7
1.2 KHẢO SÁT VI ĐIỀU KHIỂN MICROCHIP	9
1.2.1 Cấu hình của vi điều khiển PIC16F887	10
1.2.2 Sơ đồ cấu trúc của vi điều khiển PIC 16F887	13
1.2.3 Khảo sát sơ đồ chân vi điều khiển PIC16F887	15
1.3 CÂU HỎI ÔN TẬP – TRẮC NGHIỆM – BÀI TẬP	21
1.3.1 Câu hỏi ôn tập	21
1.3.2 Câu hỏi mở rộng	22
1.3.3 Câu hỏi trắc nghiệm	22
CHƯƠNG 2: TỔ CHỨC BỘ NHỚ, THANH GHI	25
2.1 GIỚI THIỆU	25
2.2 KIẾN TRÚC BỘ NHỚ	25
2.3 TỔ CHỨC BỘ NHỚ CỦA VI ĐIỀU KHIỂN PIC 16F887	26
2.3.1 Tổ chức bộ nhớ chương trình và ngăn xếp	26
2.3.2 Mã lệnh 14 bit	30
2.3.3 Cấu trúc Pipeline	31
2.3.4 Khảo sát bộ nhớ dữ liệu và thanh ghi trạng thái	36
2.3.5 Bộ nhớ dữ liệu Eeprom	40
2.3.6 Tóm tắt	40
2.4 CÂU HỎI ÔN TẬP – TRẮC NGHIỆM - BÀI TẬP	40
2.4.1 Câu hỏi ôn tập	40
2.4.2 Câu hỏi mở rộng	41
2.4.3 Câu hỏi trắc nghiệm	41
CHƯƠNG 3: LỆNH HỢP NGỮ	45
3.1 GIỚI THIỆU	45
3.2 NGÔN NGỮ LẬP TRÌNH HỢP NGỮ	45

3.2.1	Phần mềm lập trình hợp ngữ	47
3.2.2	Chương trình hợp ngữ cơ bản	48
3.2.3	Trình biên dịch cho hợp ngữ	49
3.3	LỆNH HỢP NGỮ CỦA VI ĐIỀU KHIỂN PIC 16F887	54
3.3.1	Giới thiệu	51
3.3.2	Khảo sát tập lệnh tóm tắt vi điều khiển PIC 16F887	53
3.3.3	Tập lệnh chi tiết	56
3.4	CÂU HỎI ÔN TẬP – TRẮC NGHIỆM – BÀI TẬP	63
3.4.1	Câu hỏi ôn tập	63
3.4.2	Câu hỏi mở rộng	64
3.4.3	Câu hỏi trắc nghiệm	64
CHƯƠNG 4: NGÔN NGỮ LỆNH TRÌNH C		67
4.1	GIỚI THIỆU	67
4.2	CÁC THÀNH PHẦN CƠ BẢN CỦA NGÔN NGỮ C	67
4.2.1	Các kiểu dữ liệu của biến	67
4.2.2	Các toán tử	68
4.2.3	Các lệnh C cơ bản	74
4.2.4	Cấu trúc của chương trình C	76
4.2.5	Các thành phần của chương trình C	77
4.2.6	Con trỏ dữ liệu	78
4.2.7	Khai báo mảng	78
4.3	TRÌNH BIÊN DỊCH C, THƯ VIỆN	78
4.3.1	Trình biên dịch C	78
4.3.2	Thư viện PIC16F887 của trình biên dịch C	79
4.4	CÂU HỎI ÔN TẬP – TRẮC NGHIỆM - BÀI TẬP	94
4.4.1	Câu hỏi ôn tập	94
4.4.2	Câu hỏi mở rộng	94
4.4.3	Câu hỏi trắc nghiệm	94
CHƯƠNG 5: GIAO TIẾP LED, LCD, PHÍM ĐƠN, MA TRẬN PHÍM		97
5.1	GIỚI THIỆU	97
5.2	CHỨC NĂNG CÁC PORT CỦA VI ĐIỀU KHIỂN	97
5.3	CÁC PORT CỦA PIC 16F887	98

5.3.1 Port A và thanh ghi TRISA	98
5.3.2 Port B và thanh ghi TRISB	105
5.3.3 Port C và thanh ghi TRISC	110
5.3.4 Port D và thanh ghi TRISD	114
5.3.5 Port E và thanh ghi TRISE	116
5.4 LỆNH TRUY XUẤT PORT DÙNG NGÔN NGỮ CCS-C	119
5.4.1 Lệnh set_tris_x()	120
5.4.2 Lệnh output_x(value)	120
5.4.3 Lệnh output_high(pin)	120
5.4.4 Lệnh output_low(pin)	121
5.4.5 Lệnh output_toggle(pin)	121
5.4.6 Lệnh output_bit(pin,value)	121
5.4.7 Lệnh value = get_tris_x()	121
5.4.8 Lệnh value = input(pin)	122
5.4.9 Lệnh input_state()	122
5.4.10 Value = input_x()	122
5.4.11 Lệnh output_drive(pin)	122
5.4.12 Lệnh output_float(pin)	123
5.4.13 Lệnh port_b_pullup()	123
5.5 CẤU HÌNH ĐẶC BIỆT CỦA CPU	123
5.5.1 Cấu hình reset CPU	124
5.5.2 Cấu hình các ngắt đánh thức CPU	125
5.5.3 Cấu hình các dạng dao động của CPU	125
5.5.4 Cấu hình bảo vệ code	128
5.5.5 Bộ định thời giám sát (Watch dog timer)	129
5.5.6 Mạch nạp nối tiếp bên trong	131
5.6 CÁC ỨNG DỤNG ĐIỀU KHIỂN LED ĐƠN	132
5.7 CÁC ỨNG DỤNG ĐIỀU KHIỂN LED 7 ĐOẠN TRỰC TIẾP	137
5.8 CÁC ỨNG DỤNG ĐIỀU KHIỂN LED 7 ĐOẠN QUÉT	143
5.9 CÁC ỨNG DỤNG GIAO TIẾP VỚI NÚT NHẤN, BÀN PHÍM	150
5.9.1 Hệ thống ít phím	150
5.9.2 Hệ thống nhiều phím	159
5.10 CÁC ỨNG DỤNG ĐIỀU KHIỂN LCD	171
5.10.1 Giới thiệu LCD	171

5.10.2	Sơ đồ chân của LCD	172
5.10.3	Bộ điều khiển LCD và các vùng nhớ	173
5.10.4	Các lệnh điều khiển LCD	175
5.10.5	Các hoạt động đọc ghi LCD	179
5.10.6	Mã ASCII	180
5.10.7	Vùng nhớ hiển thị DDRAM	181
5.10.8	Lưu đồ khởi tạo LCD	184
5.10.9	Các chương trình hiển thị trên LCD dùng bus dữ liệu 8 bit	185
5.10.10	Các chương trình hiển thị trên LCD dùng bus dữ liệu 4 bit	192
5.11	CÂU HỎI ÔN TẬP – BÀI TẬP – TRẮC NGHIỆM	198
5.11.1	Câu hỏi ôn tập	198
5.11.2	Câu hỏi mở rộng	198
5.11.3	Câu hỏi trắc nghiệm	198
5.11.4	Bài tập	201
CHƯƠNG 6:	TIMER – COUNTER	203
6.1	GIỚI THIỆU	203
6.2	KHẢO SÁT TIMER T0	203
6.2.1	Ngắt của Timer0	205
6.2.2	Timer0 đếm xung ngoại	205
6.2.3	Bộ chia trước	206
6.3	KHẢO SÁT TIMER1 CỦA PIC 16F887	207
6.3.1	Timer1 ở chế độ định thời	209
6.3.2	Timer1 ở chế độ đếm xung ngoại	209
6.3.3	Hoạt động của timer1 ở chế độ counter đồng bộ	210
6.3.4	Hoạt động của timer1 ở chế độ counter bất đồng bộ	210
6.3.5	Đọc và ghi timer1 trong chế độ đếm không đồng bộ	211
6.3.6	Bộ dao động của timer1	211
6.3.7	Reset timer1 sử dụng ngõ ra CCP trigger	211
6.3.8	Reset cặp thanh ghi TMR1H, TMR1L của timer1	212
6.4	KHẢO SÁT TIMER2 CỦA PIC16F887	212
6.4.1	Bộ chia trước và chia sau của timer2	213
6.4.2	Ngõ ra của Timer2	213
6.5	CÁC LỆNH CỦA TIMER – COUNTER TRONG NGÔN NGỮ PIC-C	213

6.5.1	Lệnh setup_timer_0(MODE)	214
6.5.2	Lệnh setup_timer_1(mode)	214
6.5.3	Lệnh setup_timer_2(mode)	214
6.5.4	Lệnh set_timerx(value)	215
6.5.5	Lệnh get_timerx()	215
6.5.6	Lệnh setup_wdt()	215
6.5.7	Lệnh restart_wdt()	216
6.6	CÁC ỨNG DỤNG ĐỊNH THỜI DỪNG TIMER	216
6.6.1	Định thời dừng timer T1	216
6.6.2	Định thời dừng timer T0	222
6.6.3	Định thời dừng timer T2	226
6.7	CÁC ỨNG DỤNG ĐẾM XUNG NGOẠI DỪNG COUNTER	227
6.7.1	Đếm xung ngoại dùng counter T0	227
6.7.2	Đếm xung ngoại dùng counter T1	231
6.8	CÂU HỎI ÔN TẬP – TRẮC NGHIỆM	236
6.8.1	Câu hỏi ôn tập	236
6.8.2	Câu hỏi mở rộng	236
6.8.3	Câu hỏi trắc nghiệm	236
6.8.4	Bài tập	238
CHƯƠNG 7: CHUYỂN ĐỔI TƯƠNG TỰ SANG SỐ		239
7.1	GIỚI THIỆU	239
7.2	ADC CỦA VI ĐIỀU KHIỂN PIC 16F887	239
7.2.1	Khảo sát ADC của PIC 16F887	239
7.2.2	Khảo sát các thanh ghi của PIC 16F887	241
7.2.3	Trình tự thực hiện chuyển đổi ADC	243
7.2.4	Lựa chọn nguồn xung cho chuyển đổi ADC	244
7.3	CÁC LỆNH CỦA ADC TRONG NGÔN NGỮ CCS-C	245
7.3.1	Lệnh setup_adc(mode)	245
7.3.2	Lệnh setup_adc_port(value)	246
7.3.3	Lệnh set_adc_channel(chan)	246
7.3.4	Lệnh value=read_adc(mode)	246
7.4	ỨNG DỤNG ADC CỦA PIC 16F887	247
7.4.1	Đo nhiệt độ dùng cảm biến LM35	247

7.4.2	Đo nhiệt độ có điều khiển tái bóng đèn bằng relay	250
7.4.3	Đo nhiệt độ hiển thị trên led 7 đoạn quét	254
7.5	CÂU HỎI ÔN TẬP – TRẮC NGHIỆM - BÀI TẬP	257
7.5.1	Câu hỏi ôn tập	257
7.5.2	Câu hỏi mở rộng	257
7.5.3	Câu hỏi trắc nghiệm	257
7.5.4	Bài tập	260
CHƯƠNG 8: NGẮT		261
8.1	GIỚI THIỆU	261
8.2	TỔNG QUAN VỀ NGẮT	261
8.3	NGẮT CỦA VI ĐIỀU KHIỂN PIC16F887	262
8.3.1	Các nguồn ngắt của PIC16F887	262
8.3.2	Cấu trúc mạch điện ngắt của PIC16F887	262
8.3.3	Các thanh ghi ngắt của PIC16F887	265
8.4	CÁC LỆNH NGẮT CỦA PIC16F887 TRONG NGÔN NGỮ PIC-C	268
8.4.1	Lệnh enable_interrupts(level)	268
8.4.2	Lệnh disable_interrupts(level)	268
8.4.3	Viết chương trình con phục vụ ngắt	268
8.5	CÁC ỨNG DỤNG NGẮT CỦA PIC 16F887	269
8.5.1	Ứng dụng ngắt của timer T1	269
8.5.2	Ứng dụng ngắt của ADC	278
8.5.3	Ứng dụng 2 ngắt của timer và ADC	282
8.6	CÂU HỎI ÔN TẬP – TRẮC NGHIỆM	286
8.6.1	Câu hỏi ôn tập	286
8.6.2	Câu hỏi mở rộng	286
8.6.3	Câu hỏi trắc nghiệm	286
8.6.4	Bài tập	287
CHƯƠNG 9: ĐIỀU CHẾ ĐỘ RỘNG XUNG PWM		289
9.1	GIỚI THIỆU	289
9.2	KHẢO SÁT PWM	289
9.2.1	Nguyên lý điều chế độ rộng xung PWM	289
9.2.2	Cấu trúc khối điều chế độ rộng xung PWM	291

9.2.3	Tính chu kỳ xung PWM	292
9.2.4	Tính hệ số chu kỳ xung PWM	293
9.3	KHẢO SÁT PWM NÂNG CAO	294
9.3.1	Cấu trúc khối PWM nâng cao	294
9.3.2	Các chế độ hoạt động khối PWM nâng cao	294
9.4	CÁC LỆNH ĐIỀU KHIỂN	299
9.4.1	Lệnh định cấu hình khối CCP	299
9.4.2	Lệnh thiết lập hệ số chu kỳ	299
9.4.3	Lệnh setup_timer_2 – lệnh định cấu hình cho timer_2	299
9.4.4	Lệnh set_timerx(value) – lệnh thiết lập giá trị cho timer	300
9.5	CÁC CHƯƠNG TRÌNH ỨNG DỤNG PWM – BÀI TẬP	300
9.5.1	Điều khiển độ sáng của đèn cấp 1/10 dùng PWM	300
9.5.2	Điều khiển độ sáng của đèn 10 cấp dùng PWM	303
9.5.3	Điều khiển thay đổi tốc độ động cơ DC dùng PWM	306
9.6	CÂU HỎI ÔN TẬP – TRẮC NGHIỆM	316
9.6.1	Câu hỏi ôn tập	316
9.6.2	Câu hỏi mở rộng	317
9.6.3	Bài tập	317
CHƯƠNG 10: TRUYỀN DỮ LIỆU		319
10.1	GIỚI THIỆU	319
10.2	TỔNG QUAN VỀ CÁC KIỂU TRUYỀN DỮ LIỆU	319
10.3	TRUYỀN DỮ LIỆU NỐI TIẾP ĐỒNG BỘ VÀ KHÔNG ĐỒNG BỘ	319
10.4	TRUYỀN DỮ LIỆU CỦA VI ĐIỀU KHIỂN PIC 16F887	
10.4.1	Giới thiệu truyền dữ liệu EUSART	320
10.4.2	Khởi phát dữ liệu ESUART của PIC16F887	321
10.4.3	Các thanh ghi TXSTA và RCSTA của PIC16F887	323
10.4.4	Khởi nhận dữ liệu ESUART của PIC16F887	326
10.4.5	Thanh ghi tạo tốc độ baud của PIC16F887	329
10.5	CÁC LỆNH TRUYỀN DỮ LIỆU EUSART CỦA PIC16F887	331
10.5.1	Lệnh setup_uart(BAUD, STREAM)	331
10.5.2	Lệnh puts(STRING)	332
10.5.3	Lệnh Value = Getc(), Value = Fgetc(Stream), Value = Getch(), Value = Getchar()	332

10.5.4	Lệnh value = KBHIT()	332
10.6	ỨNG DỤNG TRUYỀN DỮ LIỆU EUSART CỦA PIC16F887	332
10.6.1	Truyền dữ liệu giữa PIC16F887 và máy tính điều khiển led	333
10.6.2	Phần mềm truyền dữ liệu terminal trên máy tính	335
10.6.3	Truyền dữ liệu giữa PIC16F887 và máy tính hiển thị LCD	336
10.6.4	Truyền và nhận dữ liệu giữa PIC16F887 và máy tính	338
10.6.5	Truyền và nhận dữ liệu giữa PIC16F887 và máy tính dùng ngắt để nhận dữ liệu	341
10.7	LÝ THUYẾT I2C	343
10.7.1	Giới thiệu	343
10.7.2	Tổng quan về truyền dữ liệu chuẩn I2C	343
10.7.3	Dạng sóng truyền dữ liệu chuẩn I2C	344
10.7.4	Quy trình truyền dữ liệu chuẩn I2C	345
10.8	KHẢO SÁT VÀ LẬP TRÌNH GIAO TIẾP IC REALTIME DS1307	346
10.8.1	Khảo sát IC DS1307	346
10.8.2	Giao tiếp PIC 16F887 với DS1307	349
10.8.3	Lập trình giao tiếp PIC 16F887 với DS1307	350
10.9	CÂU HỎI ÔN TẬP – TRẮC NGHIỆM	354
10.9.1	Câu hỏi ôn tập	354
10.9.2	Câu hỏi mở rộng	355
10.9.3	Câu hỏi trắc nghiệm	355
10.9.4	Bài tập	356
GIỚI THIỆU SÁCH MỚI		357
MỤC LỤC		360