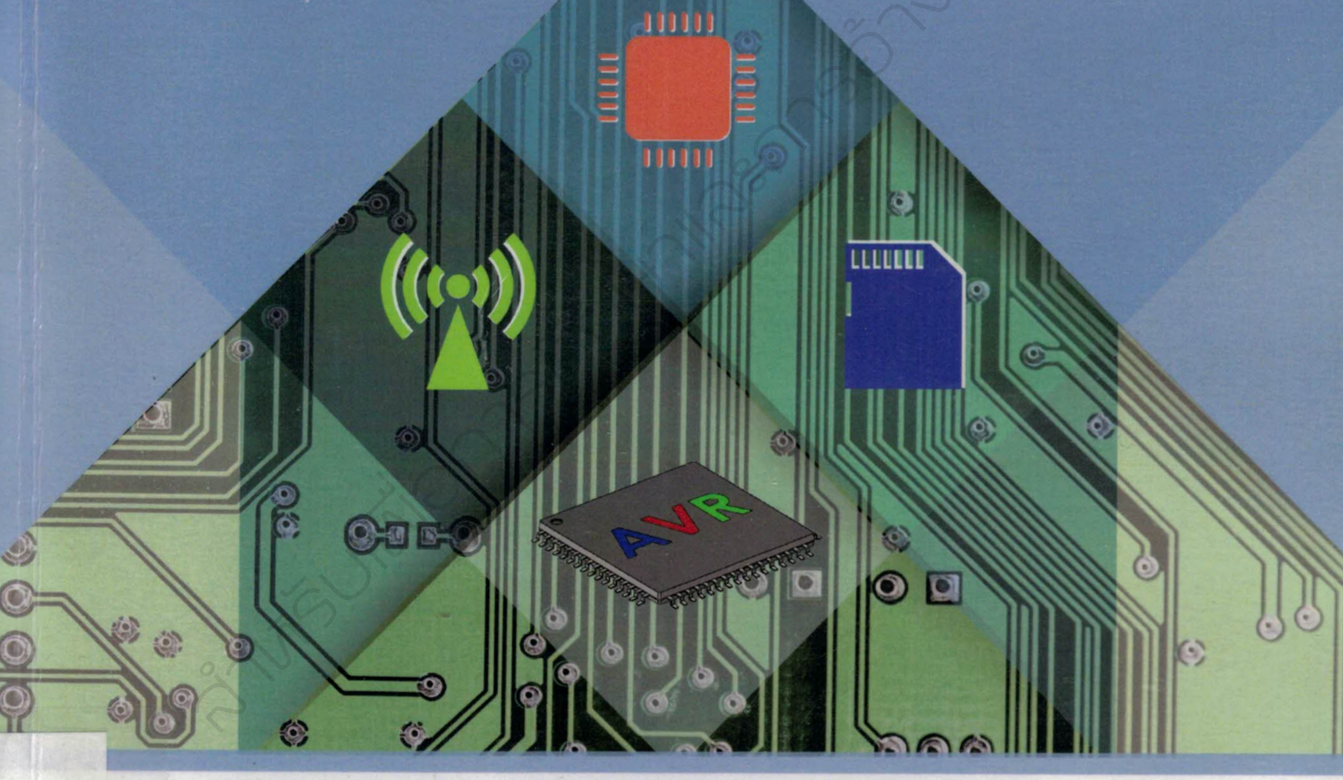
การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์

AVR

ทบทวนการเขียนโปรแกรม ภาษา C

การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ในรูปแบบต่างๆ

สามารถประยุกต์กับโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ระบบ 3G



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยยศ พิรักษ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ห้องสมุดพระนครเหนือ
501031534

คำนำ

ไมโครคอนโทรเลอร์นั้นมีบทบาทอย่างยิ่งในการพัฒนาอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าอัจฉริยะต่างๆ อันเนื่องมาจากคุณสมบัติที่โดดเด่น อาทิเช่น การประมวลผลคำสั่งที่รวดเร็ว ขนาดที่เล็กกะทัดรัด ราคาถูก และสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลายรูปแบบ หนังสือการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เล่มนี้ ถูกจัดทำขึ้นเพื่อใช้อ่านประกอบในรายวิชาปัญหาพิเศษในสาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์และวิชาระบบสมองกลฝังตัว ซึ่งประกอบไปด้วยการทบทวนการเขียนโปรแกรมภาษา C เบื้องต้น การออกแบบระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมควบคุม และแบบฝึกหัดท้ายบท ซึ่งเหมาะกับนักศึกษาในระดับอาชีวศึกษา ปริญญาตรี และปริญญาโท สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมโทรคมนาคม และวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่าเนื้อหาในหนังสือเล่มนี้ จะช่วยให้ผู้อ่านมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR มากขึ้น และสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างดี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยยศ พิรักษ์

สามารถดาวน์โหลดผังวงจรและโปรแกรมตัวอย่างได้ที่ https://goo.gl/iiV73A

สารบัญ

บทที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไมโครคอนโทรเลอร์

1.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไมโครคอนโทรเลอร์ 1

1.1.1 ความหมายของไมโครคอนโทรลเลอร์ 1

1.1.2 สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ 1

1.1.3 บทบาทของไมโครคอนโทรลเลอร์ในปัจจุบัน 2

1.2 ทำความรู้จักกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR 4

1.2.1 คุณสมบัติที่สำคัญ 5

1.2.2 ขาพอร์ตอินพุต/เอาท์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ ATMEGA128/64 lead TQFP 6

บทที่ 2 การติดตั้งและการใช้งานโปรแกรม

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR 9

2.1.1 เครื่องมือทางซอฟต์แวร์ 9

2.1.2 เครื่องมือทางฮาร์ดแวร์ 9

2.2 การติดตั้งโปรแกรม AVR Studio 4 10

2.3 การติดตั้งโปรแกรม WinAVR 15

บทที่ 3 การเขียนโปรแกรมภาษา C สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR

3.1 โครงสร้างและรูปแบบการเขียนภาษา C 20

3.2 ส่วนประกอบต่างๆในการเขียนโปรแกรมภาษา C 21

3.2.1 คอมเมนท์ 21

3.2.2 การเริ่มต้นและสิ้นสุดโปรแกรม 22

3.2.3 เครื่องหมายสิ้นสุดบรรทัด 23

3.2.4 ตัวแปร 24

3.2.5 ค่าคงที่ 28

3.2.6 อาร์เรย์ 28

3.3 เครื่องหมายดำเนินการต่างๆ 29

3.3.1 เครื่องหมายดำเนินการกำหนดค่า 30

3.3.2 เครื่องหมายดำเนินการทางคณิตศาสตร์ 30

3.3.3 เครื่องหมายการเปรียบเทียบ 30

3.3.4 เครื่องหมายดำเนินการทางลอจิก 31

3.3.5 เครื่องหมายดำเนินการระดับบิต 32

3.3.6 เครื่องหมายพรีโปรเซสเซอร์ 32

3.3.7 คำสั่งควบคุมการทำงาน 33

3.4 ฟังก์ชัน 38

3.4.1 ชนิดของฟังก์ชัน 38

3.4.2 หลักการสร้างและการใช้งานฟังก์ชัน 40

บทที่ 4 การควบคุมอินพุต/เอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR

4.1 การควบคุมรีจิสเตอร์อินพุต/เอาต์พุต 44

4.2 โปรแกรมตัวอย่างที่ 4.1 การเขียนโปรแกรมแสดงผลกับอุปกรณ์ LED 45

4.3 โปรแกรมตัวอย่างที่ 4.2 การเขียนโปรแกรมรับค่าจากสวิตช์ 47

แบบฝึกหัดท้ายบท 50

บทที่ 5 การควบคุม LED ตัวเลข 7 ส่วน (LED 7-Segment)

5.1 การใช้งาน LED ตัวเลข 7 ส่วน (LED 7- Segment) 51

5.2 โปรแกรมตัวอย่างที่ 5.1 การเขียนโปรแกรมแสดงผลกับอุปกรณ์ LED 7-Segment เพื่อแสดงค่าคงที่ 55

5.3 โปรแกรมตัวอย่างที่ 5.2 การเขียนโปรแกรมแสดงผลกับอุปกรณ์ LED 7-Segment เพื่อนับเลข 59

แบบฝึกหัดท้ายบท 62

บทที่ 6 การควบคุมคีย์สวิตช์เมตริกซ์

6.1 การใช้งานคีย์สวิตช์เมตริกซ์ 63

6.2 โปรแกรมตัวอย่างที่ 6.1 การเขียนโปรแกรมควบคุมคีย์สวิตช์แสดงผลร่วมกับอุปกรณ์ LED 7-Segment ขนาด 2 หลัก 64

แบบฝึกหัดท้ายบท 71

บทที่ 7 การควบคุมโมดูล LCD (LIQUID CRYSTAL DISPLAY MODULE)

7.1 การใช้งานโมดูล LCD (LIQUID CRYSTAL DISPLAY MODULE) 72

7.2 โปรแกรมตัวอย่างที่ 7.1 การเขียนโปรแกรมควบคุมคีย์สวิตช์เมตริกซ์แล้วแสดงผลกับอุปกรณ์ LCD ขนาด 16 × 2 78

แบบฝึกหัดท้ายบท 91

บทที่ 8 การควบคุมอินเตอร์รัปต์จากภายนอกในไมโครคอนโทรลเลอร์

8.1 การใช้งานอินเตอร์รัปต์จากภายนอกในไมโครคอนโทรลเลอร์ 92

8.2 โปรแกรมตัวอย่างที่ 8.1 การเขียนโปรแกรมควบคุมอินเตอร์รัปต์จากสัญญาณภายนอก 95

แบบฝึกหัดท้ายบท 98

บทที่ 9 การควบคุมไทเมอร์/เคาน์เตอร์

9.1 การใช้งานไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 99

9.2 โปรแกรมตัวอย่างที่ 9.1 การเขียนโปรแกรมควบคุมไทเมอร์/เคาน์เตอร์โหมดอะซิงโครนัส 104

แบบฝึกหัดท้ายบท 108

บทที่ 10 การควบคุมสัญญาณ PWM กับไทเมอร์/เคาน์เตอร์

10.1 การสร้างสัญญาณ PWM กับไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 109

10.2 โปรแกรมตัวอย่างที่ 10.1 การเขียนโปรแกรมสร้างสัญญาณ PWM กับไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 112

แบบฝึกหัดท้ายบท 119

บทที่ 11 การควบคุมโมดูลแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล

11.1 การใช้งานโมดูลแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล 120

11.2 โปรแกรมตัวอย่างที่ 11.1 การเขียนโปรแกรมแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล 125

แบบฝึกหัดท้ายบท 135

บทที่ 12 การควบคุมไอซีวัดอุณหภูมิเบอร์ DS18x20

12.1 การใช้งานไอซีวัดอุณหภูมิเบอร์ DS18x20 136

12.2 โปรแกรมตัวอย่างที่ 12.1 การเขียนโปรแกรมใช้งานไอซีวัดอุณหภูมิเบอร์ DS18x20 กับบัส 1 สาย 139

แบบฝึกหัดท้ายบท 147

บทที่ 13 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมผ่านทางพอร์ตสื่อสาร USART

13.1 การใช้งานพอร์ตสื่อสารแบบอนุกรม USART 148

13.2 โปรแกรมตัวอย่างที่ 13.1 การเขียนโปรแกรมควบคุมพอร์ตอนุกรม USART ช่องที่ 1 157

แบบฝึกหัดท้ายบท 166

บทที่ 14 การควบคุมโมดูล TWI กับการสื่อสารข้อมูลบนบัส I²C

14.1 การใช้งานโมดูล TWI กับการสื่อสารข้อมูลบนบัส I²C 167

14.2 โปรแกรมตัวอย่างที่ 14.1 การเขียนโปรแกรมควบคุมโมดูล TWI เพื่อติดต่อไอซี DS1307 บนบัส I²C 178

แบบฝึกหัดท้ายบท 188

บทที่ 15 การควบคุมโมดูลรับ/ส่งข้อมูลไร้สายผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 3G

15.1 การใช้งานโมดูล UC15 กับการสื่อสารข้อมูลแบบ UART 189

15.2 ตัวอย่างการใช้งาน AT Command เพื่อควบคุมโมดูล UC15 ผ่านการเชื่อมต่อแบบ UART กับไมโครคอนโทรเลอร์ AVR 201

15.2.1 คำสั่งทั่วไป 201

15.2.2 คำสั่งควบคุมการติดต่อสื่อสารแบบอนุกรม 203

15.2.3 คำสั่งที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณเครือข่าย 204

15.2.4 คำสั่งที่เกี่ยวข้องกับการโทรออก/รับสาย 205

15.2.5 คำสั่งที่เกี่ยวข้องกับการรับ/ส่งข้อความ 206

15.2.6 คำสั่งที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานอินเตอร์เน็ต 207

15.2.7 คำสั่งที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานโปรโตคอล TCP (Transmission Control Protocol) 210

15.2.8 คำสั่งที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน HTTP 215

15.3 โปรแกรมตัวอย่างที่ 15.1 การเขียนโปรแกรมโทรศัพท์ไร้สายจำลอง 217

แบบฝึกหัดท้ายบท 232

บรรณานุกรม 233

"สำหรับเพื่อการศึกษาและการอ้างอิงเท่านั้น"

บทที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไมโครคอนโทรเลอร์

1.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์

ก่อนที่จะเข้าสู่เนื้อหาหลักของการเรียนรู้และการพัฒนาโปรแกรมสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR เบอร์ ATMEGA128 ของบริษัท ATMEL นั้น ในเบื้องต้นของบทนี้ ควรทำความรู้จักกับที่มาและความหมายของคำว่า "ไมโครคอนโทรลเลอร์" กันก่อน ซึ่งจะทำให้ทราบถึงประวัติความเป็นมาของการพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ รวมถึงความสามารถต่างๆของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1.1 ความหมายของไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ คือ หน่วยประมวลผลขนาดเล็กซึ่งทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลและควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ โดยรวบรวมเอาความสามารถต่างๆ เช่น หน่วยประมวลผลคณิตศาสตร์และลอจิก วงจรอินพุตและเอาท์พุต หน่วยความจำ วงจรสื่อสารอนุกรม วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาและอื่นๆเข้าด้วยกันในรูปของชิพวงจรรวม (Integrate Circuit: IC) ที่สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานตามที่ต้องการได้

1.1.2 สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถแบ่งสถาปัตยกรรมทางโครงสร้างของหน่วยประมวลผลหรือซีพียู (CPU) ได้เป็น 2 ประเภท คือ สถาปัตยกรรมแบบ Complex Instruction Set Computer (CISE) และสถาปัตยกรรมแบบ Reduced Instruction Set Computer (RISE) ดังนี้

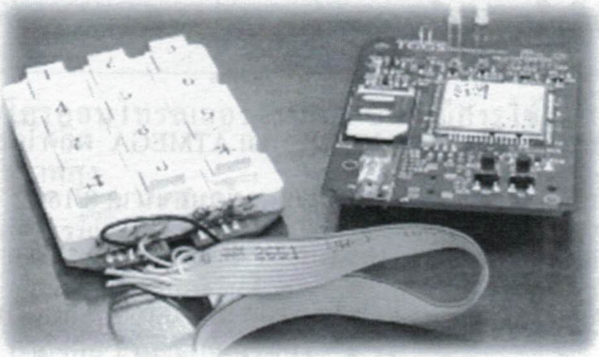
สถาปัตยกรรมแบบ Complex Instruction Set Computer (CISE) เป็นสถาปัตยกรรมการออกแบบซีพียูที่มีการใช้งานในเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลทั่วๆไป โดยเป็นแนวคิดดั้งเดิมที่ต้องการให้คอมพิวเตอร์ทำงานได้รวดเร็วขึ้น โดยใช้วิธีการเพิ่มขีดความสามารถของคำสั่งให้มีความซับซ้อนและใช้เวลาในการประมวลผลเพิ่มมากขึ้นตามคุณสมบัติของชุดคำสั่งนั้นๆ ส่งผลให้การออกแบบสถาปัตยกรรมรูปแบบนี้ต้องรองรับชุดคำสั่งใหม่ๆ และมีการ

ออกแบบที่ซับซ้อน ซึ่งระยะเวลาในการประมวลผลคำสั่งในแต่ละชุดคำสั่งจะใช้เวลาไม่เท่ากัน บางคำสั่งจะใช้เวลาประมวลผลเพียง 1 ไซเคิล แต่บางคำสั่งจะทำงานโดยใช้เวลาประมวลผลหลายไซเคิล ทำให้การทำงานกับชุดคำสั่งที่ซับซ้อนทำงานได้ช้า รวมถึงกระบวนการถอดรหัสชุดคำสั่งต้องทำงานเรียงตามลำดับจนเสร็จ ถึงจะทำงานชุดคำสั่งถัดไปได้

สถาปัตยกรรมแบบ Reduced Instruction Set Computer (RISE) เป็นสถาปัตยกรรมการออกแบบซีพียูที่ออกแบบให้ประมวลผลคำสั่งด้วยเวลาหรือไซเคิลที่แน่นอน เพียง 1 ไซเคิลต่อคำสั่งเท่านั้น และลดจำนวนคำสั่งให้เหลือเพียงชุดคำสั่งพื้นฐานที่สำคัญ อีกทั้งสร้างรูปแบบกระบวนการถอดรหัสชุดคำสั่งโดยใช้หลักการทำงานส่งผ่านชุดคำสั่งแบบไปป์ไลน์ (Pipeline) นับได้ว่าเป็นสถาปัตยกรรมที่ออกแบบให้สามารถแก้ปัญหาในเรื่องความเร็วในการประมวลผลและความซับซ้อนของชุดคำสั่งแบบ CISE ได้เป็นอย่างดี ดังนั้นการออกแบบซีพียูแบบ RISE ที่มีความซับซ้อนน้อยกว่า CISE จึงง่ายต่อการพัฒนาประสิทธิภาพทางฮาร์ดแวร์ของคอมพิวเตอร์ให้ทำงานได้เร็วขึ้น และต่อมาก็ได้นำเอาซีพียูที่ใช้สถาปัตยกรรมแบบ RISE สร้างเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูลต่างๆ เช่น ARM, AVR และ PIC เป็นต้น

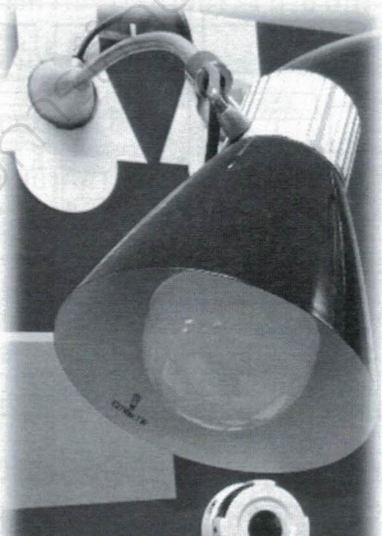
1.1.3 บทบาทของไมโครคอนโทรลเลอร์ในปัจจุบัน

การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ที่พบได้ในชีวิตประจำวันของเรานั้น มักจะถูกปกปิดหรือถูกซ่อนไว้ภายในอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ อย่างเช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยไมโครคอนโทรเลอร์ มิเตอร์ไฟฟ้าอัจฉริยะ ระบบเปิด/ปิดไฟอัจฉริยะ และอื่นๆ เนื่องจากความยืดหยุ่นของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สามารถปรับปรุงการทำงานได้ตามต้องการด้วยการเขียนโปรแกรม และเป็นชิพไอซีขนาดเล็กที่บรรจุความสามารถในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกไว้อย่างมากมาย ส่งผลให้การออกแบบสร้างวงจรควบคุมมีขนาดเล็กลงมากกว่าวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทั่วๆไป ทำให้มีความสะดวกต่อการประยุกต์ใช้งานเป็นอย่างมาก ตัวอย่างการนำไมโครคอนโทรลเลอร์ไปประยุกต์ใช้งานแสดงดังภาพที่ 1-1



(ก) โทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยไมโครคอนโทรเลอร์

(ข) มิเตอร์ไฟฟ้าอัจฉริยะ

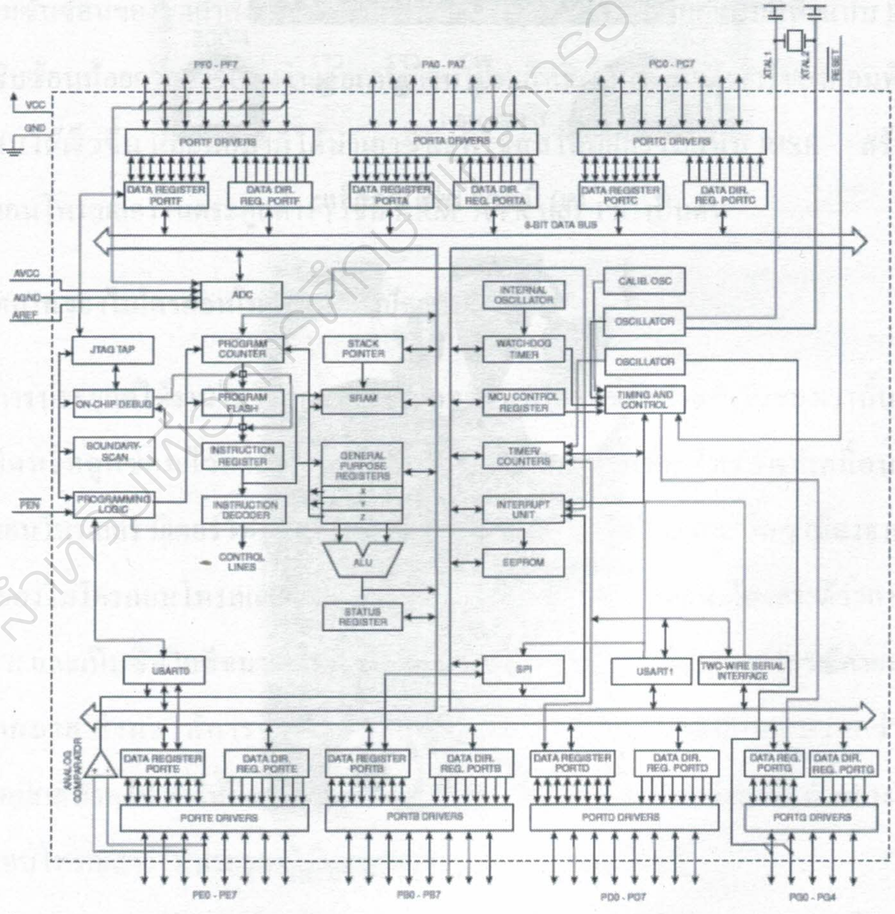


(ค) ระบบเปิด/ปิดไฟอัจฉริยะ

ภาพที่ 1-1 การนำไมโครคอนโทรลเลอร์ไปประยุกต์ใช้งาน (ก) โทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยไมโครคอนโทรเลอร์ (ข) มิเตอร์ไฟฟ้าอัจฉริยะ (ค) ระบบเปิด/ปิดไฟอัจฉริยะ

1.2 ทำความรู้จักกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR

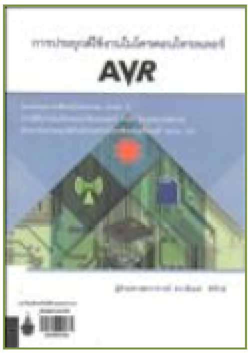
ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR อนุกรม ATMEGA ผลิตโดยบริษัท ATMEL ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่รองรับการประมวลผลข้อมูลขนาด 8/16/32 บิต โดยมีโครงสร้างสถาปัตยกรรมแบบ RISE และเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีประสิทธิภาพและความสามารถสูง ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR โดยทั่วไปสามารถแบ่งออกเป็นหลายอนุกรมในแต่ละอนุกรมยังแบ่งออกเป็นหลายเบอร์ เพื่อรองรับความต้องการที่แตกต่างของผู้ใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่นำเสนอในหนังสือเล่มนี้จะเป็นอนุกรม ATMEGA เบอร์ ATMEGA128 ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่รองรับการประมวลผลข้อมูลขนาด 8 บิต ซึ่งเหมาะสำหรับการทดลองเพื่อเรียนรู้และการนำไปประยุกต์ใช้งาน รายละเอียดและคุณสมบัติภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA128 แสดงดังไดอะแกรมในภาพที่ 1-2



ภาพที่ 1-2 โครงสร้างสถาปัตยกรรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ ATMEGA128 [1]

สามารถยืมและติดตามหนังสือใหม่ได้ที่ ระบบห้องสมุดอัตโนมัติ Walai Autolib

http://lib.rmutp.ac.th/Catalog/BibItem.aspx?BibID=b00102325



View map Multi view

Title	การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR / ชัยยศ พิรักษ์.
Author	ชัยยศ พิรักษ์
Publication	กรุงเทพฯ : ศูนย์ผลิตตำราเรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2561
Detail	233 หน้า : ภาพประกอบ ; 26 ซม
Subject	ไมโครคอนโทรลเลอร์.(+) ซี (ภาษาคอมพิวเตอร์).(+) การควบคุมอัตโนมัติ.(+) เครื่องควบคุมแบบโปรแกรม.(+)
Location	NBL
Source Types	Book

"สำหรับเพื่อการศึกษาและการอ้างอิงเท่านั้น"