

CP-JR ARM7 LPC2138 / EXP

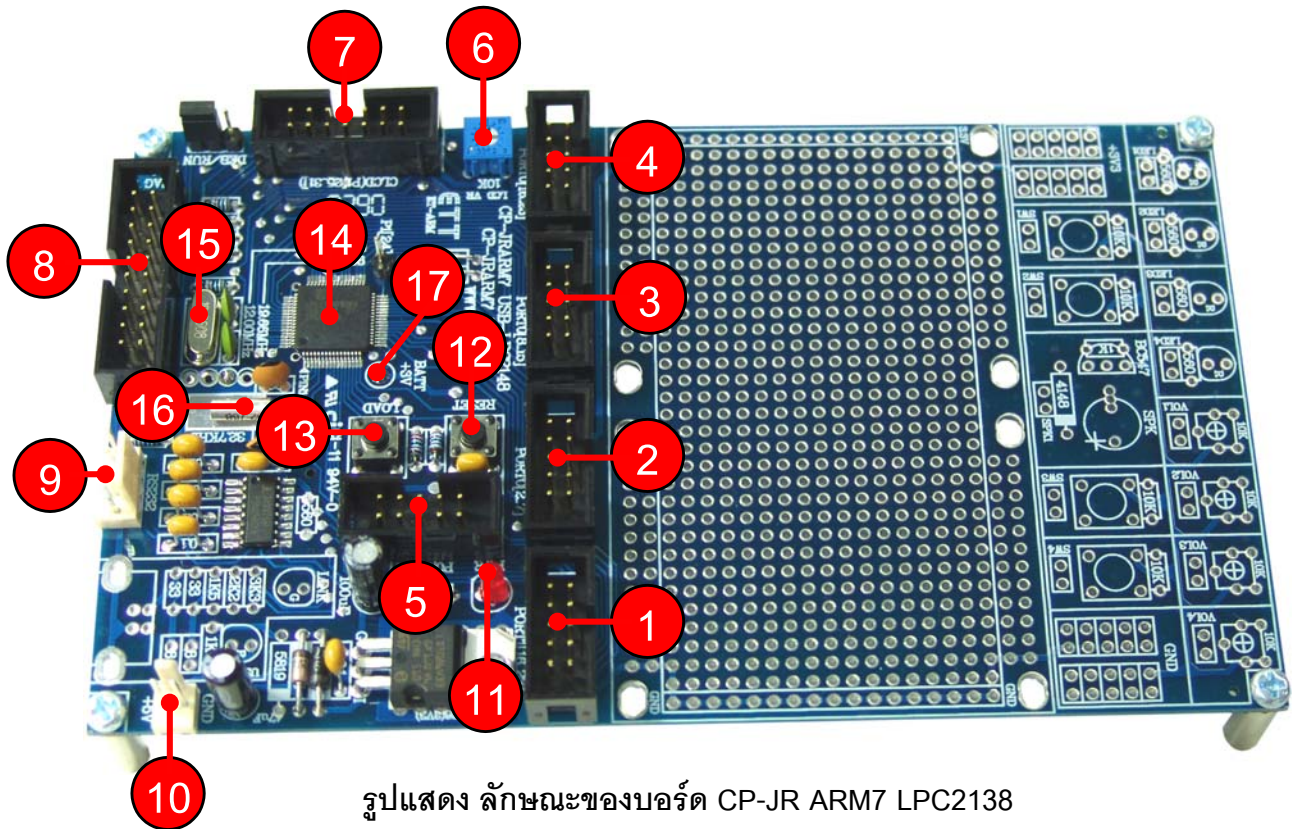
CP-JR ARM7 LPC2138 เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล ARM7TDMI-S Core ซึ่งเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 16/32-Bit ขนาด 64 Pin แบบใช้พลังงานต่ำเป็น MCU ประจำบอร์ด ซึ่งบอร์ดนี้เลือกใช้ MCU เบอร์ LPC2138 ของ Philips โดยการออกแบบโครงสร้างของบอร์ดนั้นจะเน้นเรื่องของการจัดวางอุปกรณ์พื้นฐานที่จำเป็นต่อการ ศึกษา และ ทดลอง ชั้นพื้นฐาน อย่างเป็นสัดส่วน และเป็นอิสระต่อกัน เช่น LED แสดงสถานะของ Output Logic และ Push Button Switch สำหรับสร้างสัญญาณ Logic เพื่อทดสอบการทำงานของ Input หรือ Volume ปรับค่าแรงดัน เพื่อใช้ทดสอบการทำงานของ A/D เป็นต้น โดยวงจรพื้นฐานต่างๆเหล่านี้จะถูกออกแบบและจัดวางเป็นจุดเชื่อมต่อแบบอิสระไว้ โดยยังไม่ได้เชื่อมต่อสัญญาณเข้ากับขาสัญญาณใดๆของ CPU เพื่อให้ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนวงจรประกอบทดสอบที่มีอยู่ในบอร์ดให้สอดคล้องกับทรัพยากรภายในตัว CPU ได้อย่างเหมาะสมและเป็นอิสระ โดยไม่ยึดติดกับวงจรใดวงจรหนึ่งเพียงอย่างเดียว ตัวอย่างเช่น ขาสัญญาณ GPIO0.8 ของ LPC2138 สามารถเลือกกำหนดการทำงานได้มากถึง 4 แบบ คือ ใช้งานเป็น Input/Output, TXD1, PWM และ ADC ดังนั้นเมื่อผู้ใช้ต้องการทดสอบการใช้งานขา GPIO0.8 ในโหมดใดก็สามารถเลือกต่อสัญญาณจาก GPIO0.8 ไปยังวงจรสนับสนุนที่เหมาะสมได้ตามต้องการเช่น

- เมื่อต้องการทดสอบการใช้งาน GPIO0.8 เป็น Input ก็สามารถเลือกต่อสัญญาณจาก GPIO0.8 ไปยังวงจรของ Push Button Switch เพื่อทดสอบการทำงานกับ Input
- เมื่อต้องการทดสอบการใช้งาน GPIO0.8 เป็น Output ก็สามารถเลือกต่อสัญญาณจาก GPIO0.8 ไปยังวงจรของ LED เพื่อดูสถานะการทำงานของ Output
- เมื่อต้องการทดสอบการใช้งาน GPIO0.8 เป็น ADC ก็สามารถเลือกต่อสัญญาณจาก GPIO0.8 ไปยังวงจรของ Volume ปรับค่าแรงดัน เพื่อทดสอบอ่านค่าแรงดัน Analog
- เมื่อต้องการทดสอบการใช้งาน GPIO0.8 เป็น TXD1 ก็สามารถเลือกต่อสัญญาณจาก GPIO0.8 ไปยังวงจรของ Line Driver ของ RS232 เพื่อทดสอบการส่งข้อมูลแบบ RS232

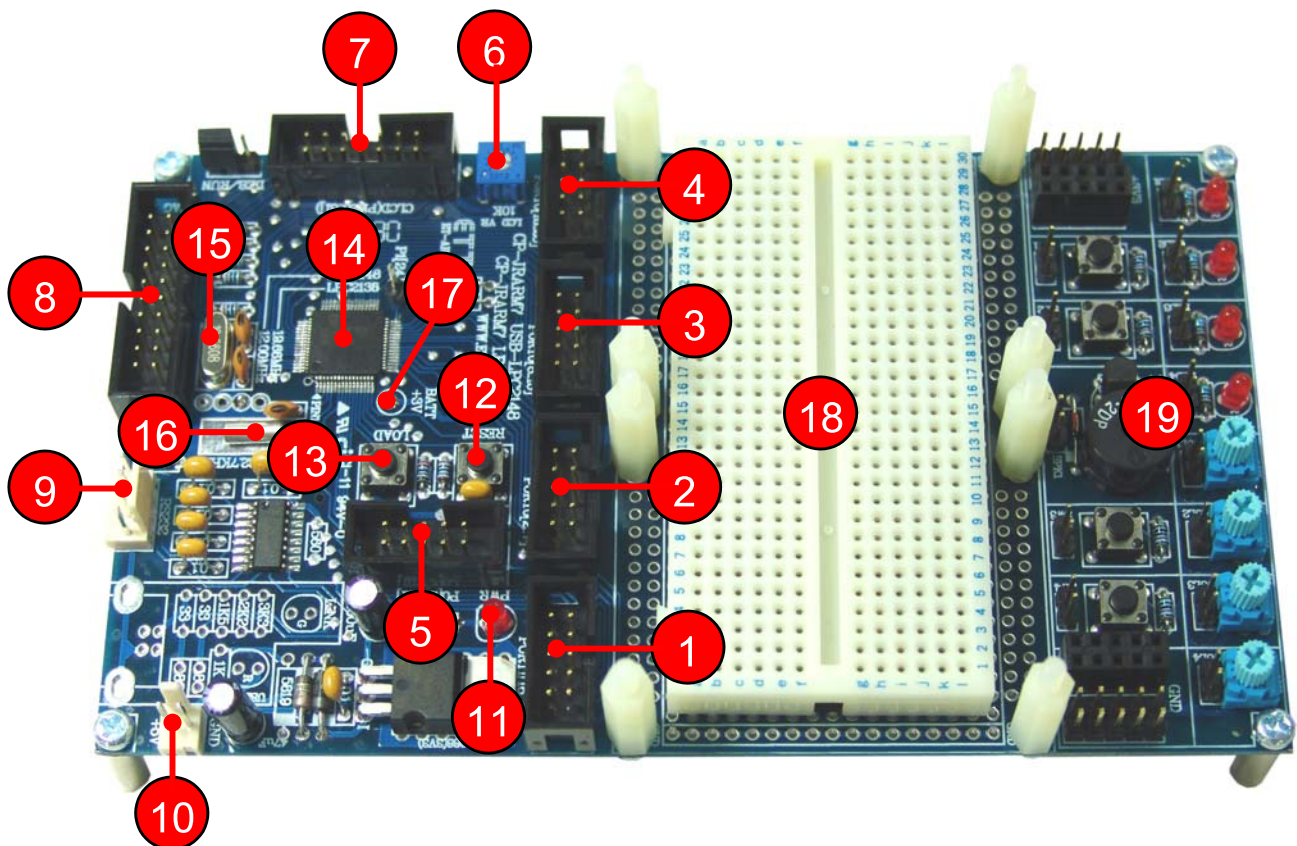
ซึ่งจะเห็นได้ว่า ผู้ใช้สามารถเลือก กำหนด และ ปรับเปลี่ยน การใช้งานขาสัญญาณต่างๆของ CPU ได้อย่างครบถ้วนทุกฟังก์ชันการทำงาน ได้โดยอิสระอย่างแท้จริง โดยโครงสร้างของบอร์ดจะนำ MCU มาจัดวงจรร่วมกับอุปกรณ์พื้นฐานที่จำเป็นและจัดขาออกมาให้ใช้งานภายนอกผ่านหัวต่อ Connector แบบ IDE 10 Pin ซึ่งการจัดเรียงขาสัญญาณจะทำการจัดเรียงอย่างเป็นระเบียบ ตามมาตรฐานของ อีทีที เพื่อให้สามารถต่อใช้งานร่วมกับอุปกรณ์สนับสนุนต่างๆของ อีทีที ได้โดยสะดวก ตัวบอร์ดใช้ไฟ +5VDC จากภายนอก ซึ่งภายในบอร์ดจะมีวงจร Regulate ขนาด 3.3V/1A จัดเตรียมไว้ให้เรียบร้อยแล้ว และภายในบอร์ดจะมี Connector RS232(UART0) จำนวน 1 Port สำหรับทำการ Download Hex File หรือใช้งานในการสื่อสาร RS232 ในโปรแกรม Application ที่เขียนขึ้นเอง

คุณสมบัติของบอร์ด

1. ใช้ MCU ตระกูล ARM7TDMI-S เบอร์ LPC2138 ของ Philips ซึ่งเป็น MCU ขนาด 16/32-Bit
2. ใช้ Crystal 19.6608 MHz โดย MCU สามารถประมวลผลด้วยความเร็วสูงสุดที่ 58.9824 MHz เมื่อใช้งานร่วมกับ Phase-Locked Loop (PLL) ภายในตัว MCU เอง
3. รองรับการโปรแกรมแบบ In-System Programming (ISP) และ In-Application Programming (IAP) ผ่านทาง On-Chip Boot-Loader Software ทางพอร์ต UART0 (RS232)
4. Power Supply ใช้แรงดันไฟฟ้า +5VDC โดยใช้ขั้วต่อแบบ CPA-2PIN
5. ภายใน MCU มีหน่วยความจำโปรแกรมแบบ Flash ขนาด 512KB, หน่วยความจำข้อมูล Static RAM ขนาด 32KB
6. จำนวน GPIO สูงสุดถึง 47 I/O Pins สามารถเชื่อมต่อกับระบบ I/O ที่เป็นสัญญาณ 5V ได้ ซึ่งขาสัญญาณ GPIO จะมีการใช้งานร่วมกันของ Function อื่นๆอีกดังนี้
 - วงจรสื่อสารอนุกรมแบบ SPI จำนวน 2 ช่อง
 - วงจรสื่อสารอนุกรมแบบ I2C จำนวน 2 ช่อง
 - วงจร ADC Converter ขนาด 8-Channel 10 Bit จำนวน 2 ชุด
 - วงจร DAC Converter ขนาด 10 Bit จำนวน 1 ชุด
 - วงจร UART แบบ Full-Duplex จำนวน 2 ช่อง คือ UART-0 มาตรฐาน 4 Pin ETT เป็นสัญญาณระดับ RS232 Level และ UART-1 เป็นสัญญาณระดับ TTL Level
 - Timer 32-bit จำนวน 2 ช่อง (4 Input Capture / 4 Output Compare), 6-Channel PWM Output, Watchdog Timer และ Real Time Clock
7. มีวงจรเชื่อมต่อกับ Character LCD โดยใช้วงจรการเชื่อมต่อแบบ 4 บิต จาก GPIO1[25..31] พร้อมวงจรปรับความสว่างหน้าจอ
8. มีวงจรทดลองขั้นพื้นฐานสำหรับสนับสนุนการใช้งานและทดลองเรียนรู้ ขั้นพื้นฐานอย่างครบถ้วน จัดเตรียมไว้ภายในบอร์ด (ติดตั้งไว้เฉพาะรุ่น CP-JR ARM7 LPC2138 EXP) ซึ่ง ได้แก่
 - LED Output แบบ Sink Current สำหรับแสดงสถานะของ Output จำนวน 4 ชุด
 - Push Button Switch แบบ Active Logic “0” สำหรับทดสอบ Input Logic จำนวน 4 ชุด
 - Volume ปรับค่าแรงดัน 0-3.3V สำหรับทดสอบการทำงานของ ADC จำนวน 4 ชุด
 - ชุดกำเนิดสัญญาณเสียง Mini Speaker สำหรับทดสอบการเสียงแบบต่างๆ จำนวน 1 ชุด
 - แผงต่อวงจร Project Board รุ่น AD-100 ขนาด 360 จุด สำหรับเป็นพื้นที่ต่อทดลองวงจรขนาดเล็กๆ เพื่อใช้งานร่วมกับ CPU ได้อย่างอิสระ
 - จุดต่อแหล่งจ่ายไฟ +3.3V และ GND สำหรับเชื่อมต่อไปยังวงจรภายนอกอื่นๆ
9. ทนอุณหภูมิใช้งานระหว่าง -40 to +85°C



รูปแสดง ลักษณะของบอร์ด CP-JR ARM7 LPC2138

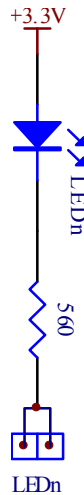


รูปแสดง ลักษณะของบอร์ด CP-JR ARM7 LPC2138 EXP

- หมายเลข 1 คือ ขั้วต่อ Port1[16..23] จำนวน 8 บิต
- หมายเลข 2 คือ ขั้วต่อ Port0[2..7] จำนวน 6 บิต
- หมายเลข 3 คือ ขั้วต่อ Port0[8..15] จำนวน 8 บิต
- หมายเลข 4 คือ ขั้วต่อ Port0[16..23] จำนวน 8 บิต
- หมายเลข 5 คือ ขั้วต่อ Port0[25..31] จำนวน 7 บิต
- หมายเลข 6 คือ ตัวต้านทานสำหรับปรับค่าความสว่าง (Contrast) ของหน้าจอ LCD
- หมายเลข 7 คือ ขั้วต่อ Character LCD โดยใช้สัญญาณ Port1[25..31] ในการเชื่อมต่อ
- หมายเลข 8 คือ ขั้วต่อ JTAG โดยใช้สัญญาณ Port1[26..31] และ Reset ของ CPU
- หมายเลข 9 คือ ขั้วต่อ RS232 สำหรับใช้งาน และ Download Hex File ให้ CPU
- หมายเลข 10 คือ ขั้วต่อ Power ขนาด +5VDC และ GND เพื่อจ่ายให้กับบอร์ด
- หมายเลข 11 คือ LED แสดงสถานะของแหล่งจ่ายไฟ Power ของบอร์ด
- หมายเลข 12 คือ Switch RESET สำหรับสั่ง Reset การทำงานของ CPU
- หมายเลข 13 คือ Switch LOAD ใช้ร่วมกับ Switch RESET เพื่อ Download Hex ให้ CPU
- หมายเลข 14 คือ CPU เบอร์ LPC2138 ของ Philips ซึ่งเป็น CPU ประจำบอร์ด
- หมายเลข 15 คือ Crystal 19.6608 MHz สำหรับป้อนให้เป็นสัญญาณนาฬิกาของ LPC2138
- หมายเลข 16 คือ Crystal 32.768 KHz สำหรับ Real Time Clock (RTC) ในตัวของ LPC2138
- หมายเลข 17 คือ จุดเชื่อมต่อ ถังถ่าน Battery ขนาด +3V (อยู่ด้านใต้บอร์ด) สำหรับต่อให้กับ RTC เพื่อเก็บรักษาค่าเวลาของ RTC ในกรณีที่ไม่ได้จ่ายไฟเลี้ยงให้กับบอร์ด
- หมายเลข 18 คือ แผง Project Board รุ่น AD-100 ขนาด 360 จุด สำหรับต่อวงจร (มีติดตั้งไว้เฉพาะในรุ่น CP-JR ARM7 LPC2138 EXP)
- หมายเลข 19 คือ ส่วนของวงจร I/O พื้นฐาน สำหรับใช้ทดสอบการทำงานของ Function ต่างๆ ของ CPU (มีติดตั้งไว้เฉพาะในรุ่น CP-JR ARM7 LPC2138 EXP) โดยมีรายละเอียดดังนี้คือ
 - LED สำหรับแสดงผลการทำงานของ Output แบบ Sink Current มีทั้งหมด 4 ชุด
 - Push Button Switch สำหรับกำเนิด Logic เพื่อทดสอบการทำงานของ Input มีทั้งหมด 4 ชุด
 - Volume สำหรับปรับค่าแรงดัน 0..3V เพื่อใช้ทดสอบการทำงานของ A/D มีทั้งหมด 4 ชุด
 - Mini Speaker สำหรับใช้กำเนิดเสียง เช่น Beep จำนวน 1 ชุด
 - จุดต่อแหล่งจ่ายไฟ +3.3V และ GND

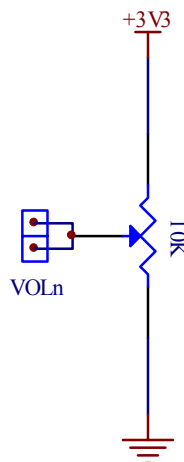
การใช้งาน LED แสดงผล

LED แสดงผลของบอร์ด จะต้องวงจรแบบรับกระแส (Sink Current) โดยใช้กับแหล่งจ่าย +3.3V ทำงานด้วยลอจิก "0" (0V) และหยุดทำงานด้วยลอจิก "1" (+3.3V) โดยมีทั้งหมด 4 ชุด โดยวงจรในส่วนนี้จะใช้สำหรับทดสอบการทำงานของ Port I/O ต่างๆที่ทำงานให้ผลเป็น Output แบบลอจิก



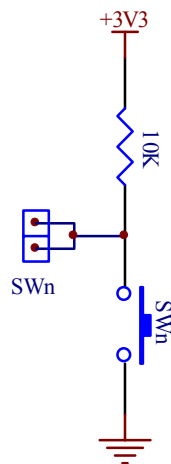
การใช้งานวงจรปรับแรงดัน (0V-3.3V)

วงจรปรับแรงดันของบอร์ดจะใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้แบบเกือกม้า ชนิดมีแกนหมุนสำหรับปรับค่า โดยวงจรนี้ใช้กับแหล่งจ่าย +3.3V โดยจะให้ Output เป็นแรงดันซึ่งมีค่าระหว่าง 0V ถึง +3.3V ตามการปรับค่าของตัวต้านทาน ซึ่งมีทั้งหมด 4 ชุด ใช้สำหรับสร้างแรงดัน Input เพื่อทดสอบการทำงานของวงจร A/D



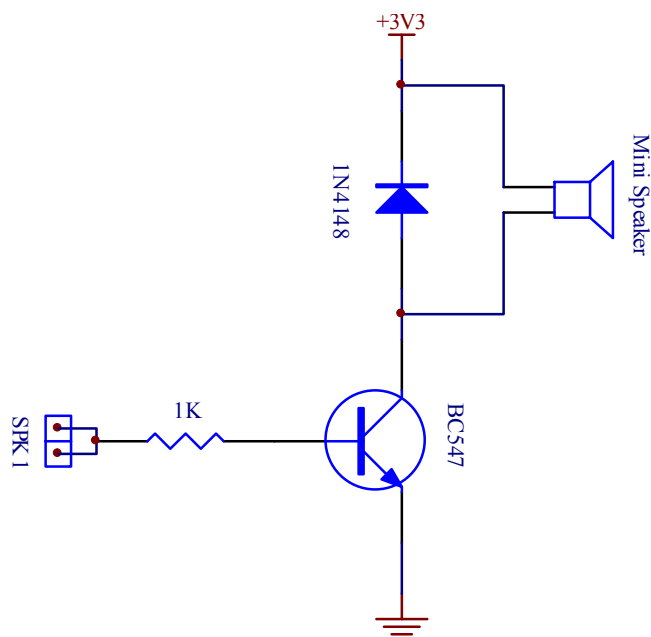
การใช้งานวงจร Push Button Switch

วงจร Push Button Switch จะใช้วงจร Switch แบบ กดติด-ปล่อยดับ (Push Button) พร้อมวงจร Pull-Up ใ้กับแหล่งจ่าย +3.3V โดยในขณะที่สวิตช์ยังไม่ถูกกดจะให้ค่าสถานะเป็นลอจิก “1” แต่เมื่อสวิตช์ถูกกดอยู่จะให้สถานะเป็นลอจิก “0” โดยวงจรส่วนนี้จะมีอยู่ด้วยกัน 4 ชุด ใช้สำหรับทดสอบการทำงานของ I/O ต่างๆ ที่ต้องควบคุมการทำงานของวงจรด้วย Input แบบลอจิก



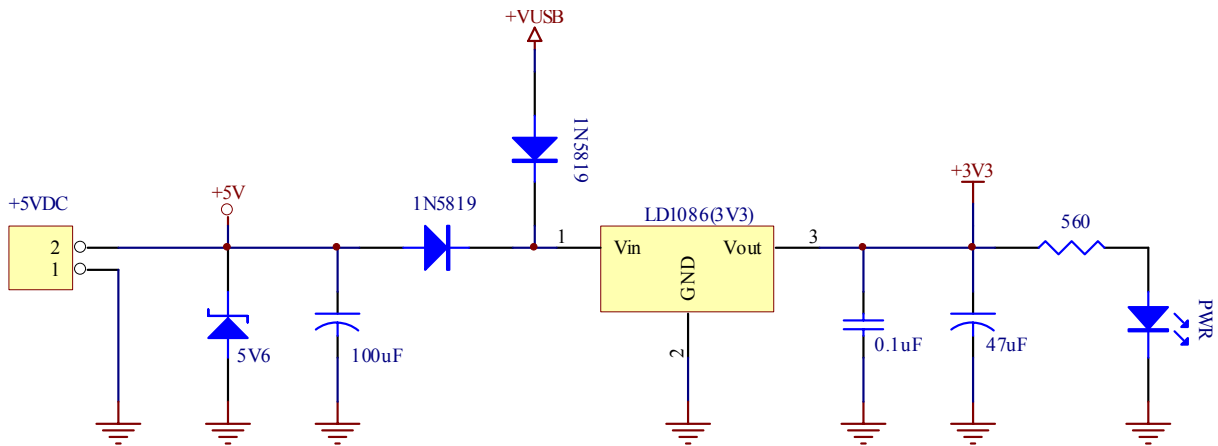
การใช้งาน วงจรกำเนิดเสียง

วงจรกำเนิดเสียง จะใช้ลำโพงขนาดเล็ก (Mini Speaker) พร้อมด้วยวงจรทรานซิสเตอร์แบบ NPN สำหรับขับกระแสให้กับลำโพง ใ้กับแหล่งจ่ายขนาด +3.3V ทำงานด้วยลอจิก “1” และหยุดทำงานด้วยลอจิก “0” โดยในการทำงานนั้นต้องส่งสัญญาณลอจิกที่เป็นความถี่ต่างๆ ให้กับลำโพงเพื่อสร้างเป็นความถี่เสียงย่านต่างๆ ตามต้องการ



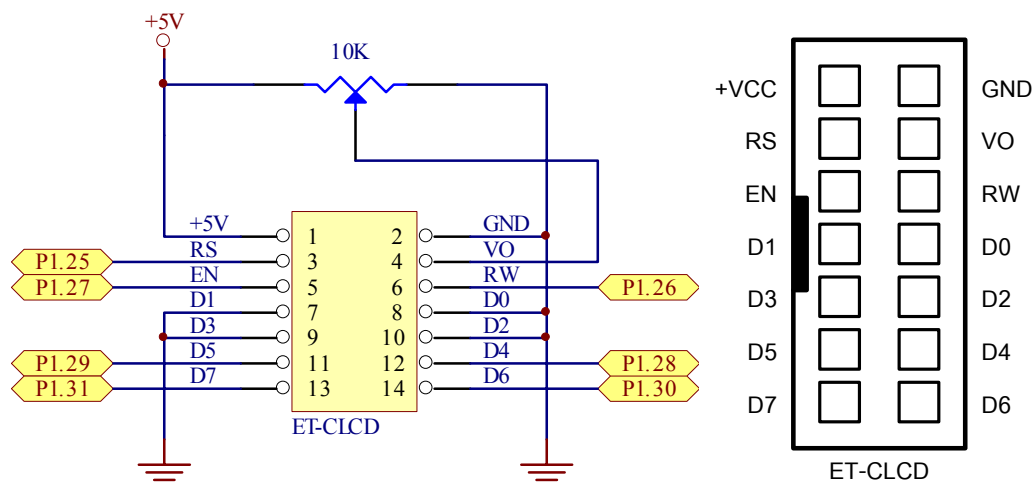
วงจรแหล่งจ่ายไฟ

วงจรแหล่งจ่ายไฟสามารถใช้งานได้กับไฟ DC ขนาด +5V ได้ทันที โดยวงจรภาคแหล่งจ่ายไฟในส่วนที่เป็นวงจร Regulate ขนาด 3.3V นั้นจะจ่ายให้กับ CPU และวงจร I/O ของบอร์ดทั้งหมด ยกเว้น LCD แบบ Character ซึ่งจะใช้แหล่งจ่ายไฟขนาด +5VDC จากขั้ว Terminal ขนาด 2 Pin ที่จ่ายให้กับบอร์ด



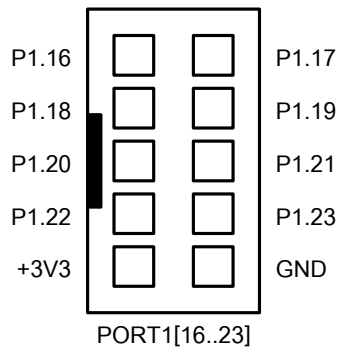
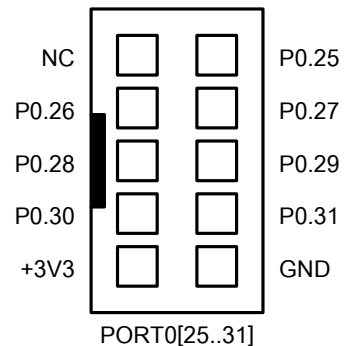
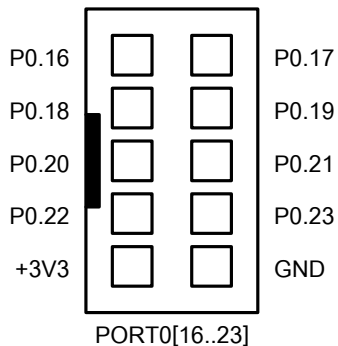
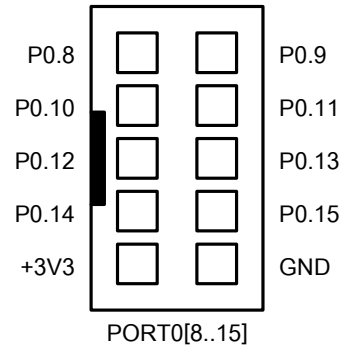
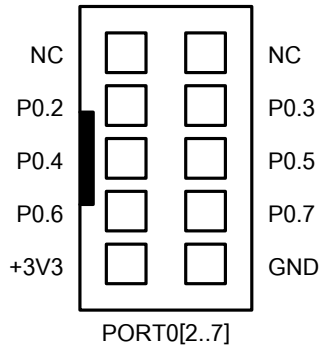
การเชื่อมต่อกับ Character LCD

สำหรับการเชื่อมต่อ LCD นั้นจะสามารถใช้ได้กับ LCD แบบ Character LCD เท่านั้น โดยเชื่อมต่อแบบ 4 บิต โดยสัญญาณที่ใช้เชื่อมต่อกับ LCD จะเป็นสัญญาณจาก GPIO1.25 ถึง GPIO1.31 จำนวน 7 บิต ซึ่งจะมีสัญญาณบางบิตถูกต่อไปยังขั้วต่อ JTAG ด้วย โดยในการเชื่อมต่อสายสัญญาณจากขั้วต่อของพอร์ต LCD ไปยังจอแสดงผล LCD นั้น ให้ยึดชื่อสัญญาณเป็นจุดอ้างอิง โดยให้ต่อสัญญาณที่มีชื่อตรงกันเข้าด้วยกันให้ครบทั้ง 14 เส้น ดังรูป



ขั้วต่อ Port I/O ต่างๆของบอร์ด

สำหรับขั้วต่อ Port I/O ของ CPU นั้น จะจัดเรียงออกมาเรื่อยๆ ขั้วต่อแบบ IDE 10 Pin จำนวน 5 ชุด ชุดละ 8 บิต ดังนี้

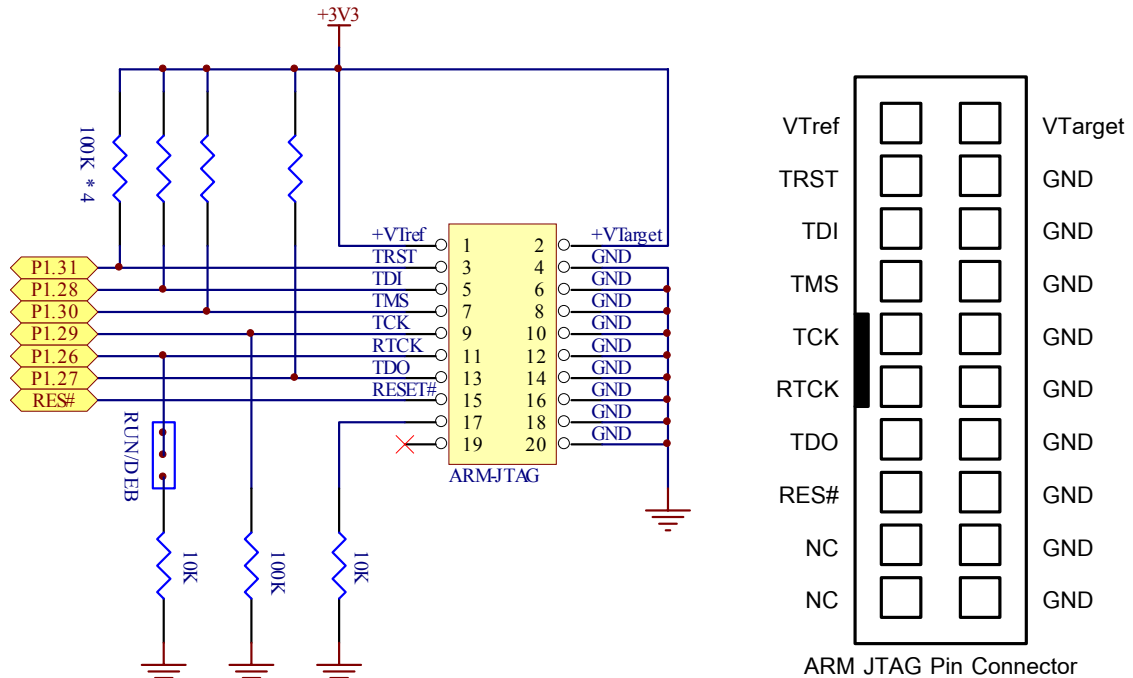


หมายเหตุ

- GPIO0.0 ถูกสงวนไว้ใช้เป็น TXD ของ UART0 (RS232)
- GPIO0.1 ถูกสงวนไว้ใช้เป็น RXD ของ UART0 (RS232)
- GPIO1.25 ถึง GPIO1.31 ถูกสงวนไว้ใช้ เชื่อมต่อกับ Character LCD

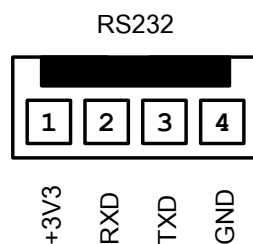
หัวต่อ JTAG ARM

JTAG หรือ JTAG ARM จะเป็น Connector แบบ IDE 20 Pin สำหรับ Interface กับ JTAG Debugger โดยมีการจัดวงจรและสัญญาณตามมาตรฐานของ JTAG ดังนี้



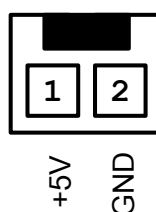
หัวต่อ RS232

พอร์ต RS232 เป็นสัญญาณ RS232 ซึ่งผ่านวงจรแปลงระดับสัญญาณ MAX232 เรียบร้อยแล้ว สามารถใช้เชื่อมต่อกับสัญญาณ RS232 เพื่อรับส่งข้อมูล นอกจากนี้แล้วยังสามารถใช้งาน ร่วมกับ Switch LOAD และ Switch RESET เพื่อทำการ Download Hex File ให้กับ CPU ได้ด้วย



หัวต่อ Power Input (+5V)

เป็นจุดต่อไฟเลี้ยงบอร์ด +5V และ GND ซึ่งใช้สำหรับเป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับบอร์ด โดยต้องป้อนเป็นไฟกระแสตรง DC ขนาด +5V เท่านั้น โดยมีการจัดหัวดังนี้

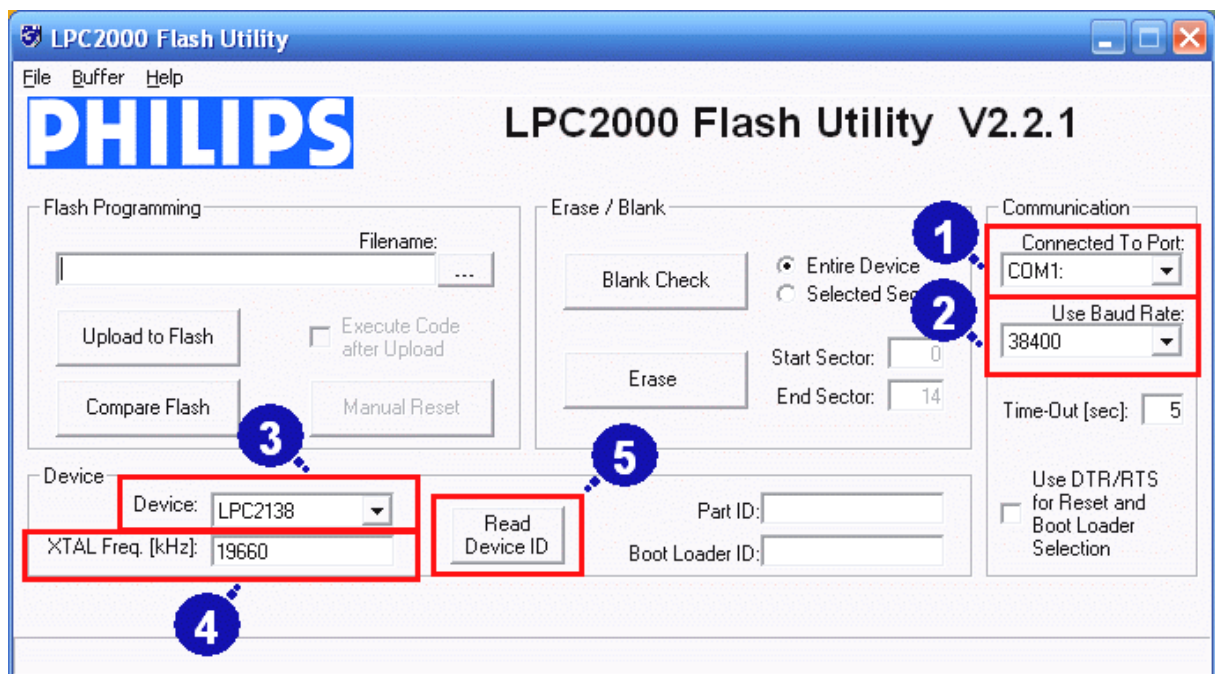


การ Download Hex file ให้กับ MCU ของบอร์ด

การ Download Hex File ให้กับหน่วยความจำ Flash ของ MCU ในบอร์ดนั้น จะใช้โปรแกรมชื่อ LPC2000 Flash Utility ของ Philips ซึ่งจะติดต่อกับ MCU ผ่าน Serial Port ของคอมพิวเตอร์ PC โดยโปรแกรมหัดสามารถดาวน์โหลดฟรีได้ที่ www.semiconductors.philips.com

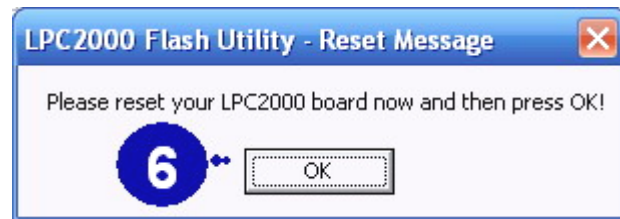
ขั้นตอนการ Download HEX File ให้กับ MCU

1. ต่อสายสัญญาณ RS232 ระหว่างพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232 ของ PC และบอร์ด (RS232)
2. จ่ายไฟเลี้ยงวงจร +5VDC ให้กับบอร์ด ทางขั้วต่อ CPA ขนาด 2 Pin ซึ่งจะสังเกตเห็น LED สีแดง (PWR) ติดสว่างให้เห็น
3. สั่ง Run โปรแกรม LPC2000 Flash Utility ของ Philips ซึ่งจะได้ผลดังรูป



4. เริ่มต้นกำหนดค่าตัวเลือกต่างๆให้กับโปรแกรมตามต้องการ ซึ่งในกรณีนี้ใช้กับ LPC2138 ของบอร์ด CP-JR ARM7 LPC2138 ของ อีทีที ให้เลือกกำหนดค่าต่างๆให้โปรแกรมหัดดังนี้
 - 1) เลือก COM Port ให้ตรงกับหมายเลข COM Port ที่ใช้งานจริง (ในตัวอย่างใช้ COM1)
 - 2) ตั้งค่า Baud Rate อยู่ระหว่าง 4800 - 38400 ซึ่งเป็นค่าที่ทดสอบแล้วใช้ได้โดยไม่เกิดปัญหา หรือใช้ค่าความเร็วมาตรฐานคือ 9600
 - 3) กำหนดค่าคริสตัล ออกสซิลเลเตอร์ ให้ตรงกับที่ใช้ในจริงภายในบอร์ด โดยกำหนดให้มีหน่วยเป็น KHz และห้ามใส่ค่าเกิน 5 หลัก ในที่นี้ใช้ค่า 19.6608MHz ซึ่งเท่ากับ 19660

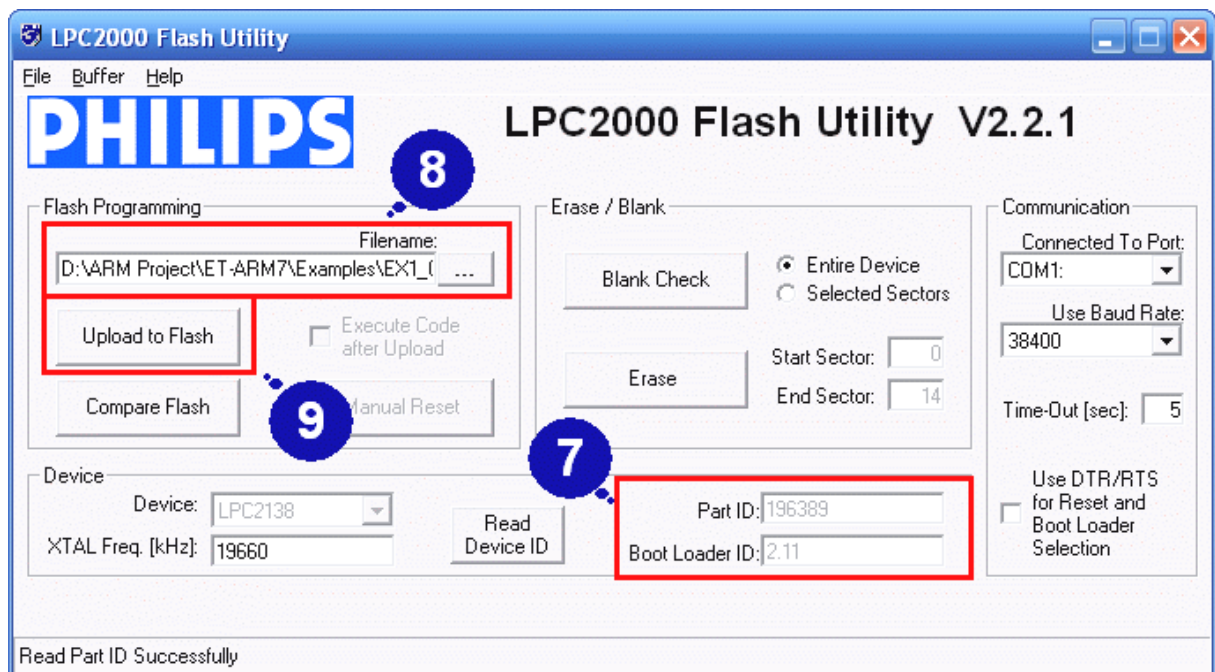
- 4) คลิกเมาส์ที่ปุ่มคำสั่ง Read Device ID เพื่อติดต่อกับ CPU ซึ่งจะมีข้อความขึ้นมาเตือนให้เข้าสู่ Boot Mode ดังแสดงในรูป



- 5) ให้กดสวิตช์ RESET และ LOAD ที่บอร์ด CP-JR ARM7 LPC2138 เพื่อทำการ Reset ให้ MCU ทำงานใน Boot Loader ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

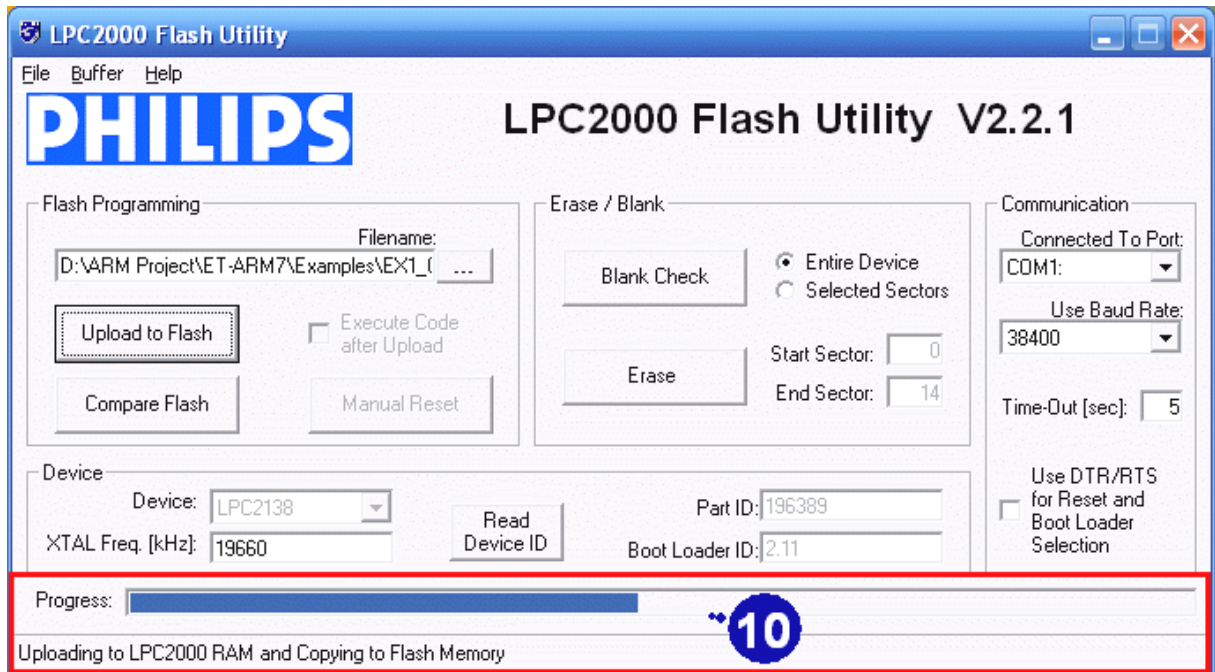
- กดสวิตช์ LOAD ค้างไว้
- กดสวิตช์ RESET โดยที่สวิตช์ LOAD ยังกดค้างอยู่
- ปลดสวิตช์ RESET โดยที่สวิตช์ LOAD ยังกดค้างอยู่
- ปลดสวิตช์ LOAD เป็นลำดับสุดท้าย เสร็จแล้วจึงคลิกเมาส์ที่ "OK"

- 6) เมื่อติดต่อกับ CPU ได้ จะปรากฏรายละเอียด Part ID และ Boot Loader ID ดังรูป



- 7) ให้ทำการเลือกกำหนด HEX File ที่จะทำการสั่งโปรแกรม

- 8) ให้ทำการคลิกเมาส์ที่ “Upload to Flash” ซึ่งโปรแกรม LPC2000 จะเริ่มต้นทำการ Download ข้อมูลให้กับ MCU ทันที โดยสังเกตที่ Status “Uploading to LPC2000 RAM and Copying to Flash Memory” ดังรูป โดยในขั้นตอนนี้ให้รอจนกว่าการทำงานของโปรแกรมจะเสร็จสมบูรณ์ ซึ่งให้สังเกตที่ Status “File Upload Successfully Completed”



- 9) เมื่อการทำงานของโปรแกรมเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้กดสวิตช์ Reset ที่บอร์ด ซึ่ง MCU จะเริ่มต้นทำงานตามโปรแกรมที่สั่ง Download ให้ทันที