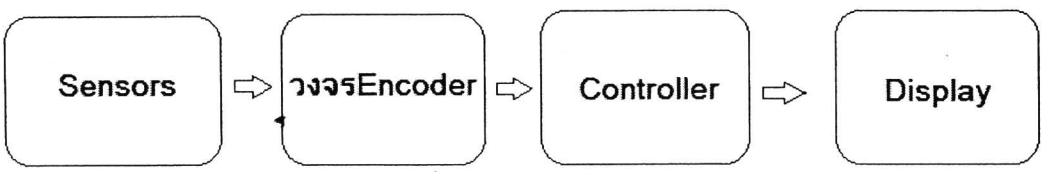
หลักการและทฤษฎี

โครงสร้างของระบบ

เซนเซอร์ที่ทางเข้าและทางออกทำหน้าที่คอยตรวจจับรถยนต์เข้า-ออกแล้วส่งค่าไปที่ส่วนควบคุม และแสดงผลการนับรถเข้า รถออก ไปยังหน้าจอ โดยจะมีเซนเซอร์ตรวจจุดจอดรถยนต์แต่ละจุดในแต่ละชั้น คอยส่งค่าไปที่วงจรควบคุม แล้วส่งค่าไปแสดงยังหน้าจอเช่นกัน

ในส่วนของโปรแกรมควบคุมลานจอดรถยนต์จะจัดการในการบันทึกรายละเอียดรถยนต์เข้าและออกพร้อมทั้งรับค่าจากเซนเซอร์จากจุดจอดรถยนต์ในแต่ละจุดไปเก็บค่าต่างๆลงไว้ในฐานข้อมูลเพื่อบันทึก และสามารถแสดงแผนที่จอดรถยนต์ของแต่ละชั้นเพื่อให้สามารถดูได้ว่าจุดจอดรถยนต์ตรงไหนว่างหรือไม่ว่าง

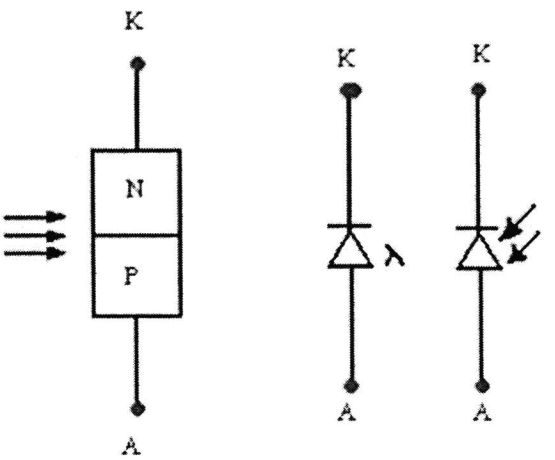


รูปที่ 3 บล๊อกไดอะแกรมของระบบลานจอดรถอัจฉริยะ

เซนเซอร์ (Sensor)

เซนเซอร์ เป็นชุดอุปกรณ์หรือวงจรที่ทำหน้าที่ตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม เช่น แสง เสียง ที่อยู่รอบตัวมาเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าแล้วส่งไปยังส่วนควบคุมของเครื่องไฟฟ้าหรืออุปกรณ์อื่นๆ เช่น หุ่นยนต์ หากเปรียบเทียบการทำงานกับมนุษย์แล้ว เซนเซอร์ก็เหมือนตา หู หรือผิวหนังของมนุษย์ที่จะคอยรับรู้สภาพแวดล้อมภายนอกนั่นเอง ซึ่งในเบื้องต้นเราสามารถแบ่งชนิดของเซนเซอร์ได้เป็น เซนเซอร์แสง เซนเซอร์เสียง และเซนเซอร์อินฟราเรด เซนเซอร์ใดๆนั้นจะมีหลักการเหมือนกัน คือต้องมีตัวส่งสัญญาณและตัวรับสัญญาณ ทำงานโดยนำสัญญาณที่ได้จากตัวรับมาประมวลผล ซึ่งเซนเซอร์ที่ใช้จะเป็นเซนเซอร์แสง เซ็นเซอร์แสง มีหลายแบบ แต่ละแบบทำงานในลักษณะเดียวกันคือมีตัวส่งแสงอินฟาเรดไปกระทบวัตถุ ถ้าวัตถุนั้นสามารถสะท้อนแสงได้ดีแสงดังกล่าวก็จะมาเป็น อินพุตให้อุปกรณ์รับแสงซึ่งอาจจะเป็น โฟโต้ไดโอด โฟโต้ทรานซิสเตอร์ แอลดีอาร์ หรืออาจจะใช้อุปกรณ์ เซ็นเซอร์แสงแบบสำเร็จก็มีขาย คือมีทั้งตัวส่งและตัวรับในตัวถังเดียวกัน แต่ถ้าวัตถุไม่สะท้อนแสงหรือสะท้อนแสงได้น้อย เช่นวัตถุสีดำ ตัวรับก็จะไม่นำกระแสหรือนำกระแสเพียงเล็กน้อย ผลจากการเปลี่ยนแปลงของเซ็นเซอร์สามารถนำไปเข้าวงจรเปรียบเทียบแรงดันให้เป็นค่าลอจิก ซึ่งจะง่ายกับการนำไปควบคุมงานที่ได้ออกแบบ

โฟโต้ไดโอด (Photo Diode) เป็นอุปกรณ์เชิงแสงชนิดหนึ่ง ที่ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด P และสารกึ่งตัวนำชนิด N รอยต่อจะถูกห่อหุ้มด้วยวัสดุที่แสงผ่านได้ เช่น กระจกใส โฟโต้ไดโอดจะมีอยู่ 2 แบบ คือแบบที่ตอบสนองต่อแสงที่เรามองเห็น และแบบที่ตอบสนองต่อแสงในย่านอินฟาเรด ในการรับใช้งานจะต้องต่อโฟโต้ไดโอดในลักษณะไบอัสกลับ

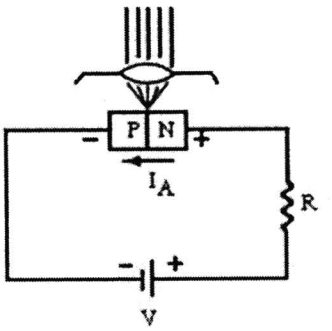


รูปที่ 4 โครงสร้างและสัญลักษณ์โฟโต้ไดโอด

จากรูปที่ 4 เป็นโครงสร้างของโฟโตไดโอด ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ 2 ตอน เหมือนไดโอดธรรมดา เพียงแต่เพิ่มช่องรับแสงให้ผ่านเข้ารอยต่อของโฟโตไดโอด ทำให้สัญลักษณ์ของโฟโตไดโอดเหมือนสัญลักษณ์ของไดโอดธรรมดาและมีตัวแรมดา หรือลูกศรชี้เข้ากำกับอยู่

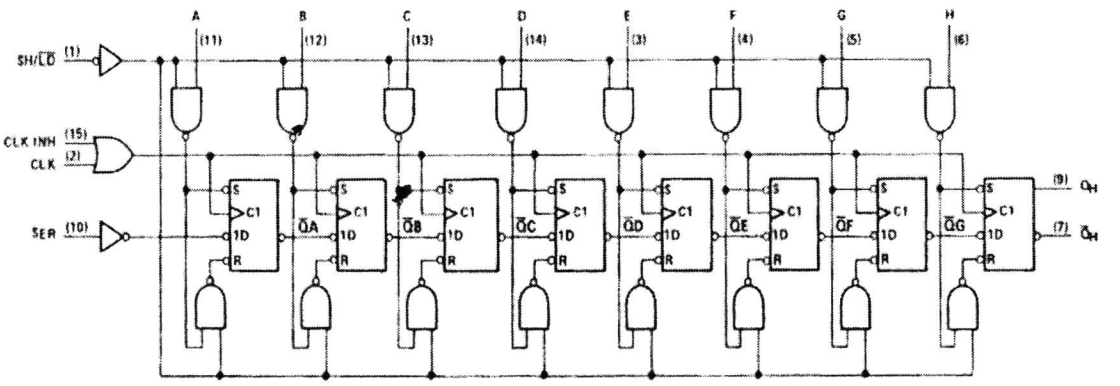
โฟโต้ไดโอด (Photo diode) อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำกระแสได้ก็เนื่องจากการให้พลังงานเพื่อดึงอิเลคตรอนให้หลุดจากบอนด์ เป็นผลทำให้เกิดอิเลคตรอนอิสระและโฮล และเมื่อให้แรงดันไฟฟ้าจะเกิดสนามไฟฟ้าในแท่งสารนั้นเป็นผลทำให้ประจุอิเลคตรองและโฮล เคลื่อนที่ โฟโต้ไดโอดจึงมีหลักการทำงานโดยอาศัยแสงในการเพิ่มพลังงานให้กับอิเลคตรอนในเนื้อสารกึ่งตัวนำ

โดยปกติไดโอดจะถูกไบแอสตรงแต่ในขณะที่ไบแอสตรงนี้ จำนวนอิเลคตรอนและโฮลที่ในเนื้อสารมีจำนวนไม่มากนัก ดังนั้นกระแสที่ไหลในวงจรจึงเป็นส่วนน้อย ครั้นเมื่อส่วนของสารกึ่งตัวนำมีแสงส่องถูก จะทำให้เนื้อสารเกิดอิเลคตรอนอิสระและโฮลเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก จำนวนอิเลคตรอนอิสระที่เกิดขึ้นจะแปรตรงกับความเข้มของแสงแต่เมื่อเพิ่มความเข้มของแสงจนถึงค่าหนึ่งจะไม่มีการเพิ่มของอิเลคตรอนอิสระอีกแล้วในช่วงนี้เราจะเรียกว่า ช่วงอิ่มตัว (Saturation region) ในขณะที่ไม่มีแสงตกกระทบจำนวนกระแสที่ไหลผ่านตัวไดโอดนี้เรียกว่า กระแสมืด (dark current)



รูปที่ 5 การต่อวงจรทำงานให้โฟโตไดโอด

วงจร Encoder



รูปที่ 6 วงจรภายใน IC 74165

IC 74165 ทำหน้าที่เป็นตัว Encoder โดยจะรับข้อมูล Logic 0 หรือ Logic 1 จากตัว Sensors เข้ามาเป็นแบบขนาน และจะส่งข้อมูลเป็น Logic 0 หรือ Logic 1 เป็นแบบอนุกรมไปสู่ตัว Controller ทีละ 8 Bit

ไมโครคอลโทรลเลอร์

Propeller หรือ โพรเพลเลอร์ คือชื่อของไมโครคอนโทรลเลอร์ 32 บิตอนุกรมใหม่จาก Parallax (www.parallax.com) ที่มีสถาปัตยกรรมที่พิเศษคือ มีซีพียูภายใน 8 ตัวหรือ 8 ค็อก (cog) ที่สามารถทำงานแยกจากกันอย่างอิสระหรือร่วมกันทำงานก็ได้ นับเป็นแนวคิดใหม่ที่ร่วมสมัย และนับเป็นการปฏิวัติวงการไมโครคอนโทรลเลอร์ 32 บิตครั้งสำคัญ

การพัฒนาโปรแกรมสำหรับโพรเพลเลอร์ทำได้ด้วยโปรแกรมภาษใหม่ที่เรียกว่า สปิน (spin) และภาษาแอสเซมบลี โดยภาษาสปินนั้นเป็นภาษาสูงที่มีการทำงานแบบออบเจ็กต์ (high-level object-based language)

คุณสมบัติเด่นของโพรเพลเลอร์

- ประกอบด้วย 8ซีพียู หรือเรียกว่า 8 ค็อก ที่สามารถทำงานได้พร้อมกันอย่างเป็นอิสระ โดยมีการควบคุมการใช้ทรัพยากรร่วมกันผ่านทางตัวเชื่อมโยงกลางหรือ central hub
- มีความเร็วในการทำงานสูงและด้วยการทำงานที่เป็นอิสระของแต่ละค็อกทำให้สามารถรองรับการตอบสนองต่อเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระบบได้อย่างเร็วเพียงพอ จึงไม่ต้องใช้กระบวนการอินเตอร์รัปต์ช่วยทำให้การเขียนโปรแกรมเพื่อรองรับการทำงานในแต่ละเหตุการณ์ลดความซับซ้อนลงได้อย่างมาก
- มีการใช้สัญญาณนาฬิกาของระบบร่วมกัน ทำให้สามารถอ้างอิงค่าเวลาหลักเดียวกันได้ทำให้การทำงานของแต่ละค็อกมีจังหวะที่สอดคล้องกัน
- ภาษาสปินซึ่งมีลักษณะเป็นโปรแกรมภาษาสูงแบบออบเจ็กต์ได้รับการออกแบบให้ง่ายต่อการเรียนรู้ และสามารถรองรับการทำงานของโพรเพลเลอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด
- ภาษาแอสเซมบลีของโพรเพลเลอร์ได้จัดเตรียมคำสั่งที่ใช้ในการตรวจสอบเงื่อนไข และมีตัวแปรที่ใช้ในการตรวจสอบการทำงานอย่างสมบูรณ์ ทั้งยังสามารถรองรับการทำงานในลักษณะที่ต้องมีการตัดสินใจพร้อมๆ กันหลายเงื่อนไขด้วย พร้อมกันนั้นยังมีการคำนึงถึงการลดสัญญาณรบกวนและความเพี้ยนของสัญญาณที่เกิดขึ้นจากการประมวลผลคำสั่งและตัวคำสั่งเองมีรูปแบบการทำงานที่ตรงไปตรงมา ชัดเจน ส่งผลให้ผู้พัฒนาโปรแกรมสามารถลดเวลาในการเขียนโปรแกรมลงได้อย่างมาก
- แต่ละค็อกจะประกอบด้วยตัวประมวลผลหรือโปรเซสเซอร์ที่มีการทำงานอย่างเป็นอิสระมีแรม 2 กิโลไบต์ ที่เมื่อกำหนดให้ทำงานเป็นรีจิสเตอร์ 32 บิต จะได้ทั้งสิ้นถึง 512 ตัว มีโมดูลตัวนับความสามารถสูงที่ทำงานร่วมกับเฟสล็อกลูป ทำให้แต่ละค็อกทำงานได้เร็วถึง 80 MHz มีวงจรกำเนิดสัญญาณและส่วนควบคุมพอร์ตอินพุตเอาต์พุตที่เป็นอิสระ
- สัญญาณนาฬิกาของระบบมาได้จาก 3 แหล่งคือ วงจรออสซิลเลเตอร์ RC ภายในเลือกได้ระหว่าง 12 หรือ 20 MHz จากแหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกาภายนอก และจากการทวีคูณความถี่ของคริสตอลด้วยวงจรเฟสล็อกลูป โดยปกติแล้วจะเลือกใช้คริสตอล 5 MHz แล้วเลือก PLL×16 ทำให้ได้สัญญาณนาฬิกาของระบบที่มีความถี่ 80 MHz ในขณะที่ส่วนเชื่อมโยงกลางจะทำงานด้วยความถี่ที่ลดลงครึ่งหนึ่งของสัญญาณนาฬิกาหลัก

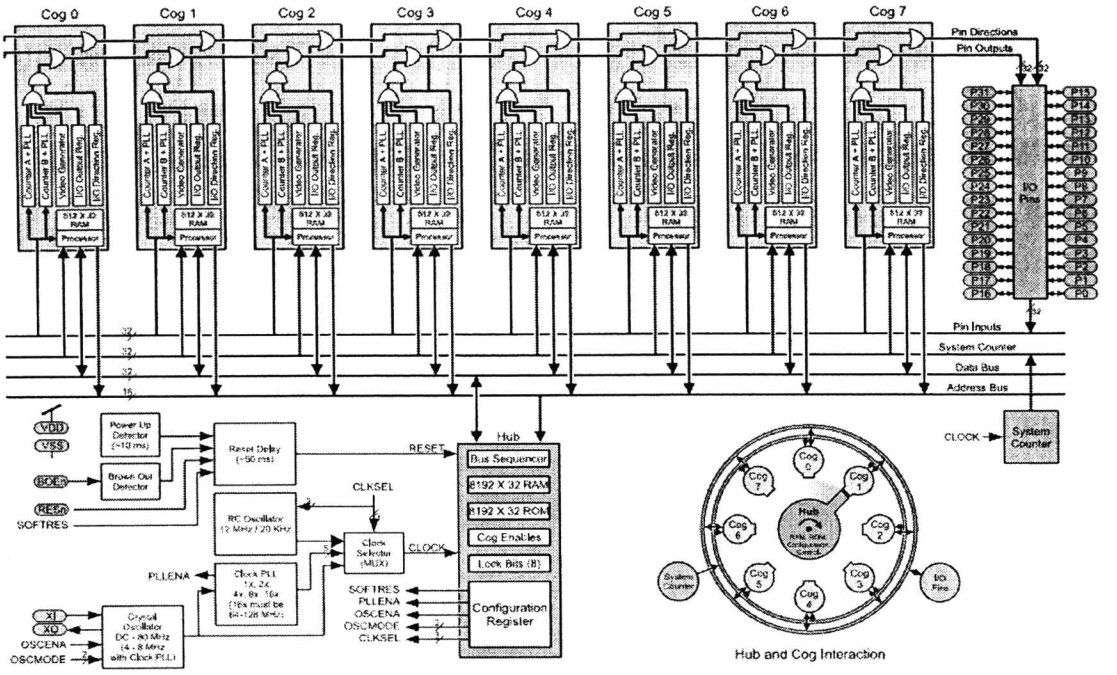
- มีขาพอร์ตอินพุตเอาต์รวม 32 ขา โดยกำหนดให้ใช้ 2 ขาสำหรับต่อหน่วยความจำอีอีพรอมสำหรับเก็บโปรแกรมของผู้ใช้งาน และอีก 2 ขาสำหรับการดาวน์โหลดโปรแกรม สามารถขับกระแสชิงก์และซอร์สสูงสุด 40mA ต่อขา
- โพรเพลเลอร์ใช้หน่วยความจำอีอีพรอมภายนอกในการเก็บโปรแกรมของผู้ใช้งาน ทำให้อายุการใช้งานของตัวชิปจึงไม่ขึ้นกับจำนวนรอบของการลบและโปรแกรมใหม่ของหน่วยความจำโปรแกรม
- การดาวน์โหลดโปรแกรมทำได้ง่ายมากเพียงต่อเข้ากับวงจรเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรม อาทิวงจรของไอซี MAX3232 หรือต่อผ่านชิปแปลงสัญญาณพอร์ต USB เป็นพอร์ตอนุกรมอย่าง FT232RL ไม่ต้องการเครื่องโปรแกรมใดๆ เพิ่มเติม
- ด้วยความเร็วในการทำงานที่สูง และมีส่วนกำเนิดสัญญาณภาพที่มากถึง 8 ชุด ทำให้เหมาะสมอย่างมากในการนำโพรเพลเลอร์ไปใช้ในการกำเนิดสัญญาณภาพไม่ว่าจะแสดงผลด้วยจอโทรทัศน์ด้วยสัญญาณวิดีโอ หรือแสดงผลด้วยจอ VGA ด้วยสัญญาณแม่สีแสง นั่นคือพื้นฐานหลักในการสร้างเครื่องเล่นวิดีโอเกม และการสร้างระบบนำเสนอ (presentation) ภาพกราฟิกด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เพียงตัวเดียว
- สามารถเชื่อมต่อกับคีย์บอร์ดและเมาส์ได้ และเมื่อรวมกับความสามารถการสร้างสัญญาณภาพได้จึงสามารถนำ โพรเพลเลอร์ไปสร้างเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กแบบใช้จอโทรทัศน์เป็นตัวแสดงผลได้
- ใช้ไฟเลี้ยงในย่าน 2.7 ถึง 3.6 V กระแสไฟฟ้าสูงสุดเมื่อขับโหลดเต็มที่คือ 300 mA
- มีตัวถังให้เลือกใช้ 3 แบบคือ DIP 40 ขา, LQFP 44 ขา และ QFN 44 ขา
- มีซอฟต์แวร์ Propeller IDE ที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถสร้างระบบไฟล์ที่มีรูปการต่อวงจรได้ ทำให้สามารถนำโค้ดไปถ่ายทอดต่อได้สะดวก และช่วยให้การเรียนรู้ทำได้อย่างสมบูรณ์ครบวงจรและที่สำคัญซอฟต์แวร์แจกฟรี สามารถดาวโหลดเวอร์ชั่นล่าสุดได้ที่ www.parallax.com

หลักการทำงานของโพรเพลเลอร์

รูปที่ 7 แสดงให้เห็นบล็อกไดอะแกรมการทำงานภายในของโพรเพลเลอร์ ซึ่งประกอบด้วยโปรเซสเซอร์ที่ทำงานแยกกันอิสระถึง 8 ชุด โดยจะเรียกโปรเซสเซอร์เหล่านี้ว่า Cog หมายเลข 0 ถึง 7

ค็อก (Cogs)

ในแต่ละค็อกจะประกอบไปด้วยหน่วยความจำแรม 2KB โดยกำหนดเป็นหน่วยความจำแบบ 32 บิต จำนวน 512 ตัว นอกจากนี้ภายในโปรเซสเซอร์แต่ละตัวยังมีโมดูลเคาน์เตอร์แบบพิเศษพร้อมเฟสล็อกลูป 2 ตัว โมดูลสร้างสัญญาณวิดีโอ รีจิสเตอร์พอร์ตเอาต์พุต รีจิสเตอร์กำหนดทิศทางของพอร์ตอินพุต และรีจิสเตอร์ตัวอื่นๆ ซึ่งไม่ได้แสดงให้เห็นในบล็อกไดอะแกรม



รูปที่ 7 สถาปัตยกรรมของโพรเพลเลอร์

ค็อกทั้ง 8 ตัวทำงานด้วยวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาหลัก ซึ่งค็อกแต่ละตัวจะอ้างอิงการทำงานกันได้ด้วยสัญญาณนาฬิกา และจะเริ่มต้นทำงานพร้อมกันและใช้ทรัพยากรด้วยกัน ค็อกแต่ละตัวสามารถสั่งให้ทำงานหรือหยุดทำงาน ได้ในขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม และสามารถควบคุมให้แต่ละค็อกทำงานไปพร้อมๆ กันได้ โดยจะทำงานเป็นอิสระหรือ เชื่อมโยงถึงกันได้ผ่านหน่วยความจำแรมหลัก(Main RAM) ซึ่งแยกไปต่างหาก

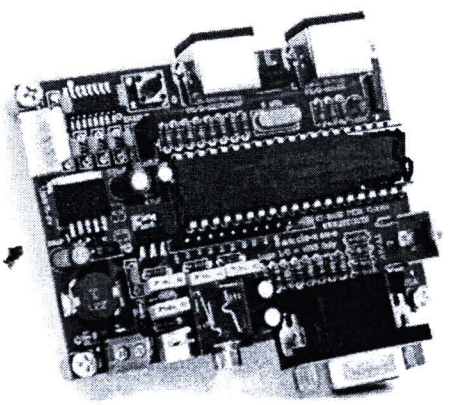
หน่วยความจำภายในค็อกแต่ละตัว เรียกว่า ค็อกแรม (Cog RAM) โดยค็อกแรมจะแบ่งหน่วยความจำเป็นรีจิสเตอร์ขนาด 32 บิตจำนวน 512 ตัวสามารถใช้งานได้อย่างอิสระ ยกเว้น รีจิสเตอร์ 16 ตำแหน่งสุดท้ายซึ่งสงวนไว้สำหรับรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่น พิเศษ เช่น รีจิสเตอร์เคาน์เตอร์ รีจิสเตอร์พอร์ตอินพุต เอาต์พุต เป็นต้น

ฮับ(Hub) : ส่วนเชื่อมโยงหลัก

ฮับทำหน้าที่จัดระเบียบการทำงานของระบบทั้งหมด โดยจะยอมให้ค็อกทีละตัวเท่านั้นที่จะติดต่อกับทรัพยากรหลักของระบบ โดยจะหมุนเวียนติดต่อกับค็อกตั้งแต่หมาย 0 ถึง 7 แล้วกลับไปที่หมายเลข 0 ใหม่เป็นลักษณะวนรอบ ส่วนของฮับและระบบบัสของมันทำงานด้วยความเร็วครึ่งหนึ่งของสัญญาณนาฬิกาของทั้งระบบ ทำให้ค็อก 1 ตัวจะติดต่อทุกๆ 16 ไซเกิลของสัญญาณนาฬิกา และใช้เวลา 7 ไซเกิลเพื่อเอ็กซิคิวซ์คำสั่ง ดังนั้น ฮับจะติดต่อกับค็อกตัวใดตัวหนึ่งได้ อาจใช้คาบเวลาเพียง 7 ไซเกิล หรือนานถึง 22 ไซเกิล เนื่องจากจะต้องรอให้ฮับวนจนครบรอบ

คอลโทรลเลอร์บอร์ด

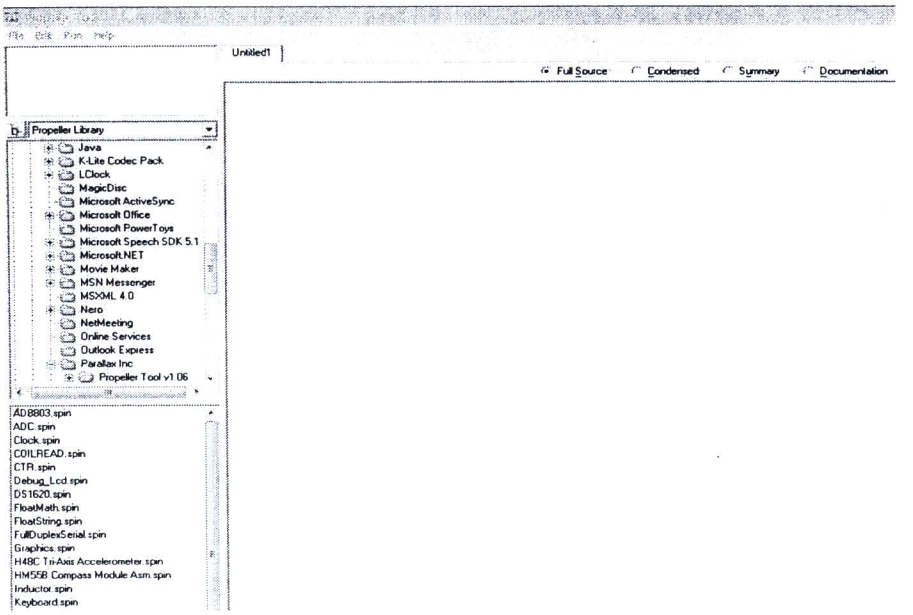
ใช้ MCU เบอร์ P8X32A –D40 ของ PARALLAX โดยจะเป็น MCU ที่มีความไวสูง ขนาด 32 บิต 8 Cog Multiprocessor โครงสร้างของ MCU จะเป็นตัวถังแบบ DIP 40 PIN สามารถทำงานได้ที่ความถี่สูงสุด 80 MHz ทำงานที่แรงดัน 2.7-3.6 VDC การพัฒนาโปรแกรมจะใช้ Software tool "Propeller V1.06" ซึ่ง Software ตัวนี้สามารถใช้เขียนโปรแกรม, Compile Code และ Download Code ผ่านทาง RS232 ได้เลย(ไม่สามารถ Debug ดูการทำงานเป็น STEP ได้) โดยภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมจะเป็นภาษา SPIN ซึ่งจะช่วยให้พัฒนาโปรแกรมได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น เนื่องจากใน โปรแกรม Propeller นี้ จะมี Library ต่างๆสำหรับใช้ติดต่อระหว่างอุปกรณ์รอบข้างกับตัว MCU P8X32A ไว้ให้เรียบร้อยแล้ว ซึ่งเวลาใช้งานผู้ใช้ก็สามารถเรียก Library มาใช้ได้เลย ตัวอย่างเช่น Library RS232 , Library VGA , Library TV , Library Keyboard , Mouse เป็นต้น



รูปที่ 8 บอร์ดโพรเพลเลอร์ PX32

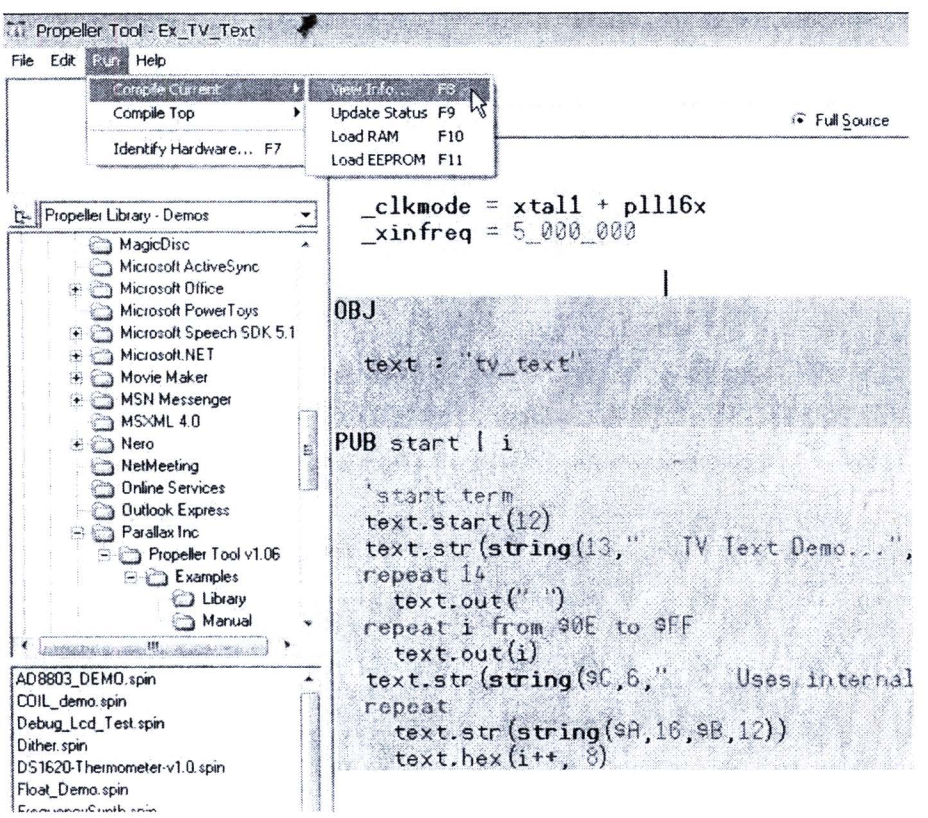
การใช้งานโปรแกรมภาษา Spin บน Propeller เบื้องต้น

ติดตั้งโปรแกรม Propeller V1.06 ลงในเครื่อง แล้วให้เปิดโปรแกรม Propeller ขึ้นมาจะได้หน้าต่างดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 หน้าต่างโปรแกรม Propeller

ส่วนหน้าต่างแสดงการแปลภาษา Spin และตัวอย่างการเขียนโปรแกรม แสดงในรูปที่ 10



รูปที่ 10 หน้าต่างเมนู RUN และเลือก Compile Current