

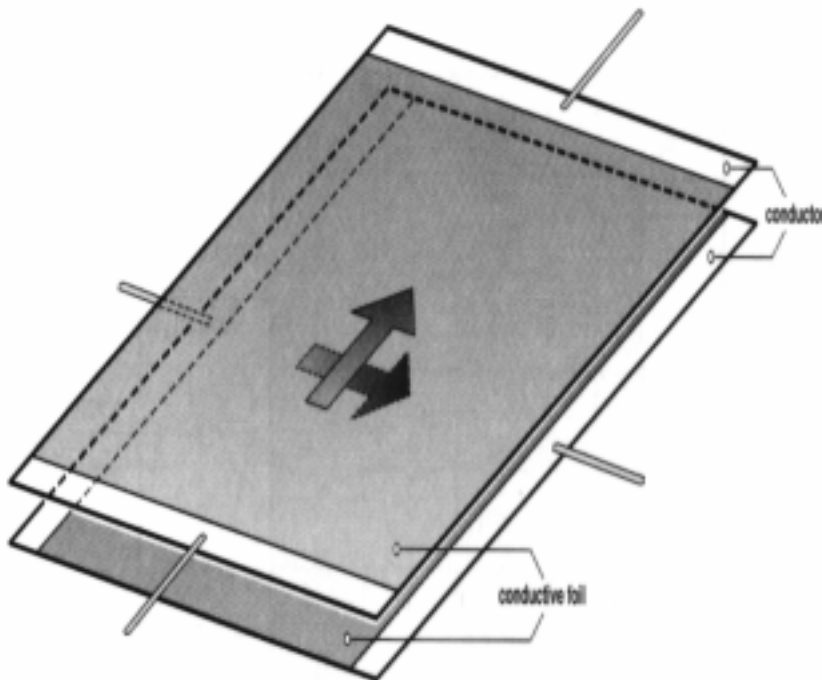
การทำงาน ของจอภาพ ชนิดสัมผัส

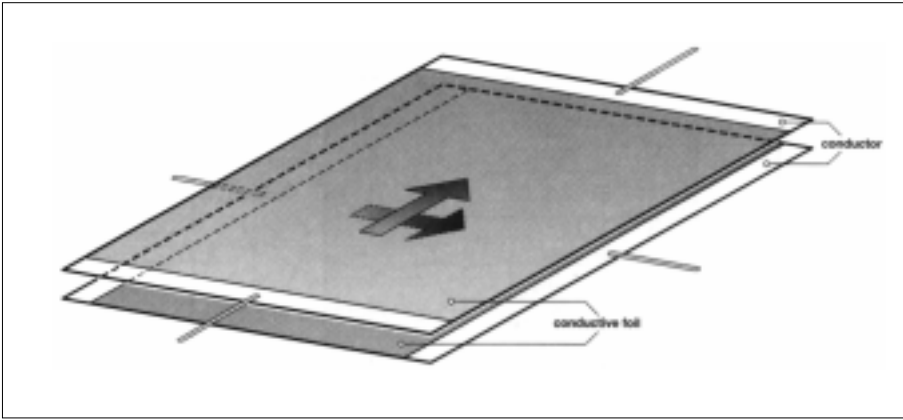
ธีระวัฒน์ สุวรรณพงศ์.

ในปัจจุบันหลายคนคงเคยรู้จักกับจอภาพชนิดสัมผัสกันมาบ้างแล้ว จอภาพชนิดนี้จะรับข้อมูลจากการสัมผัสที่หน้าจอหรือจากการใช้ปากกาเขียนลงบนจอภาพ แต่สำหรับบทความเรื่องนี้จะนำคุณ-ไปรู้จักกับการทำงานของจอภาพชนิดนี้ว่าทำงานได้อย่างไร...

วงจรที่จะอธิบายดังต่อไปนี้เป็นวง-จรแบบง่ายๆ ที่จะช่วยให้การทำโครงงานของ-คุณทำได้ง่ายขึ้น เนื่องจากวงจรนี้ใช้ไอซีเพียง 1 ตัว ตัวไอซีหรือตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ก็-เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์มาตรฐานที่มีขายอยู่-ทั่วไปและมีราคาไม่แพง นอกจากนี้การปรับ-แต่งวงจรยังสามารถทำได้ง่ายตาย ตัวไมโคร-

คอนโทรลเลอร์เองก็มีประสิทธิภาพในการทำ-งานสูง จอภาพชนิดสัมผัสมีอยู่ด้วยกันหลาย-ชนิด บางชนิดทำงานโดยอาศัยผลของความ-ต้านทานทางไฟฟ้าหรือผลของค่าประจุไฟฟ้า บางชนิดก็ทำงานโดยอาศัยหลักการ Optical effect หรือ guided wave แต่วงจรที่จะ-อธิบายต่อไปนี้จะเป็นแบบที่อาศัยผลของค่า-ความต้านทานทางไฟฟ้า เนื่องจากมีราคาถูก-และใช้งานได้ง่าย จอภาพชนิดนี้จะประกอบ-ด้วยแผ่นพลาสติกบางๆ 2 แผ่น บน-แผ่นพลาสติกจะมีการเคลือบสารที่มีความนำ-ไฟฟ้าซึ่งมีความต้านทานไฟฟ้าสูงกว่าตัวนำที่-โดยทั่วไป ตรงกลางระหว่างแผ่นพลาสติกทั้ง-สองแผ่นจะมีแผ่นเล็กๆ คั่นกลางทำให้-แผ่นพลาสติกทั้งสองแผ่นไม่แตะถึงกัน ด้านบน-ของแผ่นพลาสติกจะมีแถบตัวนำไฟฟ้าจัด-วางอยู่ในลักษณะแนวตั้งอยู่ตรงบริเวณขอบทั้ง-สองด้าน ในขณะที่แผ่นพลาสติกด้านล่างก็จะ-มีแถบตัวนำไฟฟ้าจัดวางอยู่ในแนวนอนบริเวณ-ขอบทั้งสองด้านเช่นกัน ทำให้แผ่นพลาสติกแต่-ละแผ่นเปรียบเสมือนกับโพเทนทิโอมิเตอร์ตัว-หนึ่ง โดยตัวแรกจัดวางอยู่ในแนวตั้งและอีกตัว-จัดวางอยู่ในทางด้านแนวนอน โพเทนทิโ-มิเตอร์ทั้งสองตัวนี้จะสัมผัสกันก็ต่อเมื่อมีการ-สัมผัสที่จอภาพเท่านั้น ค่าของโพเทนทิโอมิเตอร์





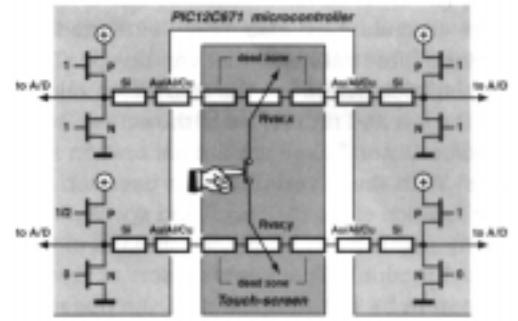
รูปที่ 1 : โครงสร้างของจอภาพชนิดสัมผัสที่ใช้หลักการค่าความต้านทาน

ทั้งสองตัวจะเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์กับตำแหน่งที่ถูกสัมผัส บริเวณขอบทั้งสองด้านของโพเทนชิโอมิเตอร์ทั้งสองต่อกับสายไฟเพื่อนำสัญญาณไปใช้งาน เมื่อมีการสัมผัสที่จอภาพก็จะทำให้สามารถรู้ถึงตำแหน่งที่มีการสัมผัสได้

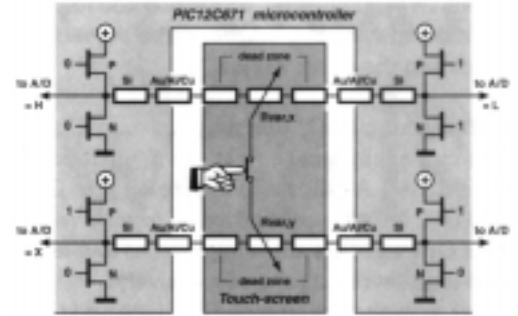
วงจรสำหรับอ่านพิกัดตำแหน่งของจอภาพ

วงจรที่ใช้สำหรับอ่านพิกัดตำแหน่งเมื่อมีการสัมผัสที่จอภาพจะแสดงในรูปที่ 2 จากรูปจะเห็นได้ว่าใช้ไอซีเพียงแค่ตัวเดียว คือ PIC12C671 ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ของไมโครชิป นอกจากราคาซึ่งเป็นสิ่งที่ดึงดูดใจให้ใช้งานแล้ว ภายในตัวไอซียังมี A/D คอนเวอร์เตอร์ 8 บิต และวงจร RC ออสซิลเลเตอร์ซึ่งมีความถี่ประมาณ 4 MHz ส่วนอุปกรณ์ตัวอื่นๆ ที่ต่อรวมในวงจรจะประกอบ

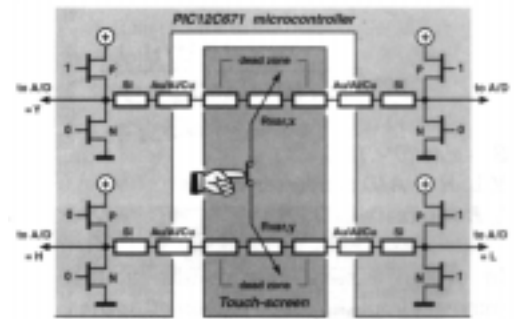
ไปด้วยทรานซิสเตอร์สองตัว, ตัวความต้านทานสามตัว, ไดโอดหนึ่งตัว, ไอซีเรกกูเลเตอร์หนึ่งตัวและคาปาซิเตอร์สองตัว โดยอุปกรณ์เหล่านี้จะไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการหาตำแหน่งบนจอภาพแต่อย่างใด อุปกรณ์เหล่านี้ทำหน้าที่เป็นวงจรแหล่งจ่ายไฟให้กับตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งจะช่วยให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถเชื่อมต่อกับพีซีได้ เนื่องจากแรงดันไฟฟ้าที่พอร์ตอนุกรมของพีซีสูงเกินกว่า 5V ทำให้ไม่สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับตัวไมโครคอนโทรลเลอร์โดยตรงได้ โดยแรงดันไฟฟ้าที่พอร์ตของพีซีจะมีแรงดันประมาณ 18V เมื่อวัดที่ขา 4 และขา 7 จากขาทั้งหมดซึ่งมี 9 ขา (พอร์ต RS-232) วงจรแหล่งจ่ายไฟจะทำการลดระดับของแรงดัน 18V ให้เป็นแรงดันที่เหมาะสมกับเพื่อป้อนให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์นั่นก็คือ 5V ส่วนขา 2 และขา 3 ของพอร์ต



a) : เมื่อมีการสัมผัสที่จอภาพ



b) : การหาพิกัดในแนว X



c) : การหาพิกัดในแนว Y

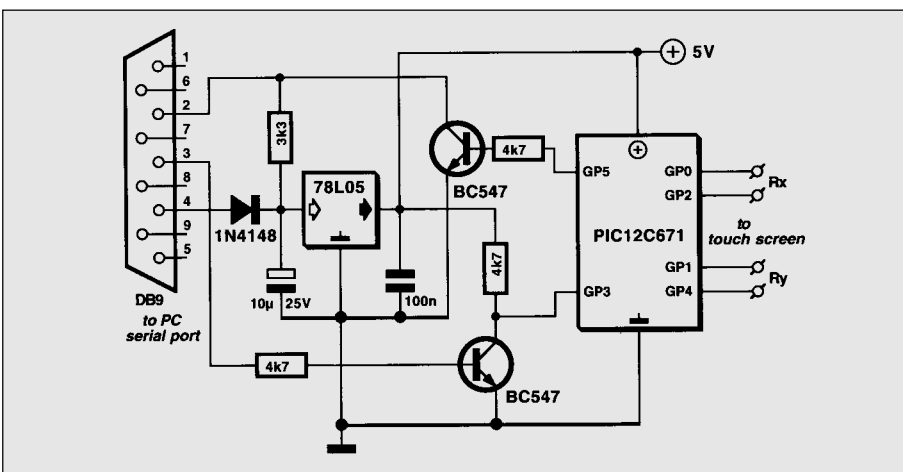
รูปที่ 3 : แสดงการหาพิกัดตำแหน่งสัมผัส X-Y

RS-232 คือขาที่ใช้สำหรับรับข้อมูล (Rxd) และขาที่ใช้สำหรับรับข้อมูล (TxD) ตามลำดับ

การหาพิกัดตำแหน่งบนจอ

ถ้ามีการสัมผัสที่จอภาพแล้วเราจะรู้ตำแหน่งที่สัมผัสได้อย่างไร สิ่งแรกก็คือคุณจะต้องทราบตำแหน่งตรงไหนถูกสัมผัสบ้าง (ดูรูปที่ 3a ประกอบ)

ไมโครคอนโทรลเลอร์จะกำหนดให้ขา GP0 และขา GP2 เป็นขาเอาท์พุท ส่วนขา



รูปที่ 2 : แสดงวงจรจอแบบสัมผัส

GP1 และขา GP4 เป็นขาทางอินพุท สำหรับ การระบุตำแหน่งในแนวแกน X ขา GP0 และ ขา GP2 จะมีสถานะเป็น Low (ตอลงกราวนด์) ขณะที่ขา GP1 จะต่ออยู่กับความต้านทานพูล อััพภายในตัวคอนโทรลเลอร์ เมื่อมีการสัมผัส ที่จอภาพก็จะมีกระแสไหลผ่าน GP1 ลง กราวนด์ ทำให้ที่ขา GP1 มีสถานะเป็น LOW กรณีที่ไม่มีการสัมผัสที่จอภาพก็จะมีกระแส ไหลผ่าน GP1 ไปยังกราวนด์ GP1 ซึ่งต่ออยู่ กับความต้านทานพูลอััพจึงมีสถานะเป็น High

การหาพิกัดในแนวแกน X

การกำหนดตำแหน่งในแนวแกน X แสดงในรูปที่ 3b จากรูปไมโครคอนโทรลเลอร์ จะเซ็ตสถานะของขา GP0 ให้เป็น High เนื่องจากมีกระแสไหลผ่านโพเทนทิโอมิเตอร์ในแนว แกน X แต่จะไม่ได้ต่อกับความต้านทานพูล อััพภายใน ขา GP1 และขา GP4 จะถูกกำหนด ให้เป็นขาทางด้านอินพุทและจะมีสถานะเป็น High impedance ซึ่งสามารถอ่านค่าแรงดัน ของโพเทนทิโอมิเตอร์ได้โดยการวัดที่ขาเหล่านี้ แรงดันตรงนี้สามารถคำนวณได้โดยใช้วิธีการ เดียวกันกับการคำนวณของวงจรแบ่งแรงดัน ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการตรวจจับ ระดับแรงดันที่ขาทั้งสองนี้ (GP1 และ GP2) รวมทั้งขาทางด้านอินพุทคือขา GP1 แรงดันที่ ขา GP0 และขา GP2 ก็คือค่าออฟเซ็ท ซึ่งเป็น ค่าที่ทำให้แรงดันที่ขา GP1 ถูกต้อง ถ้าค่าที่ได้ ไม่ถูกต้องก็มีสาเหตุมาจากวงจร A/D คอน เวอร์เตอร์ ซึ่งไม่ได้เป็นวงจรในอุดมคตินั่นเอง จึงทำให้มีกระแสไหลไปยังขา GP0 และขา GP2 ซึ่งปัญหาที่ตามมาคือจะทำให้ไม่ไ้ระดับแรง ดันที่มีค่าคงที่ๆ 0 V หรือ 5 V แนนอน หลัง จากระดับเราได้พิจารณาของแรงดันออฟเซ็ท แล้วก็จะมาถึงการคำนวณค่าพิกัดตามแนวแกน X ความถูกต้องในการคำนวณจะขึ้นอยู่กับค่า ต่างๆ อาทิ แรงดันจากแหล่งจ่ายไฟ, แรงดัน ทางด้านเอาต์พุท, ค่าออฟเซ็ทของ A/D คอนเวอร์เตอร์และยานการทำงานของ A/D

คอนเวอร์เตอร์ การคำนวณสามารถใช้สูตรการ คำนวณดังต่อไปนี้คือ

$$X_{pos} = S \frac{(128(X - L) - T(H - L))}{(H - L)(128 - T - B)}$$

ค่า S คือ จำนวนบิต (0 - 127)

X, L, H คือค่าของ A/D คอนเวอร์เตอร์

T, B คือค่าออฟเซ็ท (100% / 128)

จากสูตรข้างบนมีตัวแปรอยู่สามตัว ด้วยกันซึ่งผู้ใช้สามารถกำหนดขึ้นมาเอง มีค่า ของออฟเซ็ทสองค่าซึ่งเป็นค่าทางด้านซ้ายและ ขวาของจอภาพ และค่าของสเกลแฟคเตอร์ ซึ่งแฟคเตอร์เหล่านี้ไม่ใช่แฟคเตอร์ที่เกิด จากการวัด ค่าตัวแปรต่างๆ เหล่านี้จะทำให้ผู้ ใช้สามารถตั้งค่าตำแหน่งของพิกเซล (0, 0) และ สามารถกำหนดได้ว่าจะเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง อื่นๆ ในแนวแกน X และแนวแกน Y ได้อย่าง ไร ซึ่งตรงนี้ก็เหมือนกับว่ามีจอภาพเสมือน ปรากฏอยู่บนจอภาพจริง ดังในรูปที่ 4

ตัวอย่างเช่น ถ้ามีการสัมผัสพื้นที่สอง แห่งบริเวณหน้าจอ LCD ผู้ใช้จะสามารถใช้ พิกเซลสองพิกเซลในการแทนพื้นที่เหล่านี้ ส่วน การปรับค่าออฟเซ็ทก็คือการปรับบริเวณขอบ ด้านข้างของจอภาพ

การหาพิกัดในแนวแกน Y

คุณสามารถหาพิกัดในแนวแกน Y ได้ดังในรูป 3c

ขา GP0 และ GP2 จะถูกกำหนดให้ เป็นขาทางด้านอินพุท และขา GP1 และขา GP4 จะมีสถานะ Low และ High ตามลำดับ หลัง จากวัดที่ขา GP1 GP4 และขา GP0 แล้วก็ สามารถใช้สูตรในการคำนวณหาตำแหน่งพิก เซลในแกน Y ได้ดังสูตรข้างล่างนี้

$$Y_{pos} = S \frac{(128(Y - L) - T(H - L))}{(H - L)(128 - T - B)}$$

ค่า S คือ จำนวนบิต (0 -127)

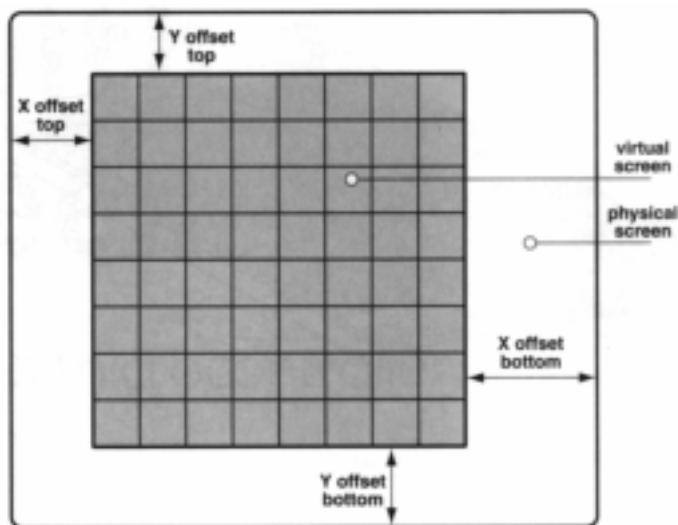
Y, L, H คือค่า A/D คอนเวอร์เตอร์

T, B คือค่าออฟเซ็ท (100% / 128)

ในกรณีที่ต้องการประหยัดพลังงาน ก็ให้ปลดแรงดันออกจากจอภาพหลังจากวัดที่ ตำแหน่งต่างๆ แล้ว

ปัญหาที่เกิดจากการวัด

ผู้ผลิตชิปได้ออกแบบ PIC 12C671 มาให้มี A/D คอนเวอร์เตอร์ขนาด 8 บิต เพื่อ เป็นการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นก็คือ ตำแหน่งในการ สัมผัสกับตำแหน่งที่ได้จากการคำนวณที่ไม่ตรง กัน เนื่องมาจากความไม่เป็นเชิงเส้นของวงจร A/D คอนเวอร์เตอร์ รวมทั้งความคลาดเคลื่อน ที่เกิดจากการคำนวณโดยใช้สูตรทั้งสองสูตรที่ กล่าวมาข้างต้นแล้ว อย่างไรก็ตามการใช้เพียงแค่ 6 บิต ก็จะมีปัญหาตามมาก็คือ ตัวอย่างเช่น ถ้าป้อนแรงดันขนาด 5 V ให้กับโพเทนทิโอมิเตอร์ โดยแรงดันที่ว่าเป็นสัญญาณอนา



รูปที่ 4 : การเกิดจอภาพเสมือนบนจอภาพจริง

ล็อก ซึ่งสามารถปรับคิตซีเคลของสัญญาณได้ และตั้งระดับสัญญาณ 0 V ให้มีคิตซีเคลประมาณ 50% ของคาบเวลาทั้งหมด และแรงดัน 5 V ก็ตั้งไว้ 50% ถ้ากระบวนการนี้เกิดขึ้นซ้ำๆ ในทุกๆ ซีเคล ก็จะทำให้เกิดการตรวจจับสัญญาณของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังนั้นการแก้ปัญหาที่คือการเพิ่มขึ้นเป็น 8 บิต และบ่อยครั้งที่ความผิดพลาดเล็กๆ น้อยๆ ที่เกิดจากการโปรแกรมของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เอง ทำให้ตำแหน่งที่ระบุมาไม่ตรงกับตำแหน่งที่สัมผัสจริง อย่างเช่นกรณีที่เป็นพื้นที่ๆ สัมผัสอยู่ตรงกลางระหว่างพิกเซลสองพิกเซล เป็นต้น

การรับส่งข้อมูลกับพีซี

ข้อมูลที่ใช้สำหรับระบุตำแหน่งบนจอภาพ เช่น ข้อมูลในการตั้งค่าออฟเซต รวมทั้งข้อมูลของสเกลแพคเตอร์ ซึ่งส่งจากไมโครคอนโทรลเลอร์ไปยังพีซีจะใช้การส่งข้อมูลแบบอนุกรม ซึ่งประกอบไปด้วย ข้อมูลจำนวน 8 บิต, มี 1 start bit และ 1 stop bit ไม่มี parity bit มีอัตราการรับส่งข้อมูลที่ 9,600 Bits/Second จุดที่น่าสนใจอีกอย่างหนึ่งก็คือ ภายในตัวไอซีจะมีวงจร RC ออสซิลเลเตอร์ ซึ่งจะกำเนิดความถี่ออสซิลเลเตอร์ประมาณ 4 MHz ส่วนจะได้ความถี่ 4 MHz แนนอนหรือไม่นั้นก็ขึ้นอยู่กับค่าของแพคเตอร์ต่างๆ อาทิ อุณหภูมิที่ตัวคอนโทรลเลอร์, แรงดันที่ป้อนให้กับตัวคอนโทรลเลอร์, ตัวแปรที่ต่างๆ เกิดขึ้นขณะนั้นและช่วงเวลาที่เกิดตัวแปรเหล่านั้น จึงมีผลทำให้ความถี่ของออสซิลเลเตอร์มีความคลาดเคลื่อน ทำให้เกิด bit errors และ frame errors ของข้อมูลที่จะส่งไปยังพีซี ทำให้การส่งข้อมูลมีความผิดพลาด เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีความระมัดระวังในวิเคราะห์สัญญาณซึ่งรับมาจากพีซี โดยทำการปรับวงจรออสซิลเลเตอร์รวมทั้งช่วงเวลาในการรับของ start bit ให้สัมพันธ์กันด้วยการแก้ปัญหาด้วยวิธีการนี้จึงทำให้การส่งข้อมูลมีความ

ถูกต้องมากขึ้น

คำสั่งที่จับกับไมโครคอนโทรลเลอร์

เมื่อมีการสัมผัสที่บริเวณจอภาพ ตำแหน่งที่ถูกสัมผัสจะถูกส่งเป็นรหัสเลขฐานสิบหก "EF" ไปยังตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ข้อมูลในการระบุพิกัดในแนวแกน X จะมีเพียง 7 บิต ส่วนบิตที่ 8 จะถูกตั้งให้มีค่าเป็น Low ขณะที่ข้อมูลที่ระบุพิกัดตามแนวแกน Y ข้อมูลก็มีขนาด 7 บิต เช่นเดียวกัน แต่แตกต่างกันตรงที่บิตที่ 8 จะถูกกำหนดให้มีค่าเป็น High บิตที่ 8 จึงเป็นบิตที่บอกถึงความแตกต่างของข้อมูลทั้งสองไบต์ที่ส่งไปยังปลายทาง (ในกรณีที่มีบิตทั้ง 7 เป็น High หมด)

คำสั่ง "OF", "2F" และ "8F" จะใช้สำหรับการตั้งค่าออฟเซตด้านบน ค่าออฟเซตด้านล่างของจอภาพ และสเกลแพคเตอร์ตามแนวแกน X ตามลำดับ สเกลแพคเตอร์ก็คือจำนวนพิกเซลของจอภาพเสมือนนั่นเอง โดยโดยทั้งค่าออฟเซตด้านบน และค่าออฟเซตด้านล่างนี้คือพื้นที่ไม่อยู่บนจอภาพเสมือนซึ่งจะไม่ถูกนำมาใช้งาน คำสั่ง 1 คำสั่ง มีขนาด 1 ไบต์ แต่จะมีข้อมูลเพียง 7 บิต โดยที่บิตที่ 8 จะถูกตั้งให้เป็น High โดยจะใช้ค่านี้จะถูกเซตและส่งกลับไปยังพีซีเพื่อบอกให้ทราบว่าข้อมูลที่ได้รับไปถูกต้องแล้ว ส่วนคำสั่ง "4F", "6F", "AF" ใช้สำหรับตั้งค่าออฟเซตและสเกลแพคเตอร์ในพิกัดแกน Y และคำสั่งสุดท้ายก็คือ "CF" เป็นคำสั่งสำหรับอ่านค่าที่ต่างๆ ที่ถูกกำหนดมา รวมทั้งเวอร์ชันของโปรแกรมที่ใช้ควบคุมการทำงานของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ และผลการทดสอบการทำงานของตัวโปรแกรมเอง โดยค่าเวอร์ชันของโปรแกรมนี้จะถูกส่งมาเป็นค่า BCD ตามมาด้วยค่าออฟเซตทางด้านแกน X ทั้งสองค่า ค่าสเกลแพคเตอร์แกน X และค่าสเกลแพคเตอร์แกน Y และตามมาด้วยไบต์ที่แสดงผลการทดสอบการทำงานของตัวโปรแกรม ซึ่งปกติแล้วจะมีเป็น 0 ค่า ถ้าตัวนำซึ่งเป็นแถบตัวนำที่อยู่ในแนว

นอนไม่นำไฟฟ้าอาจจะเป็นได้ว่าแสดงว่าแผ่นพลาสติกทั้งสองไม่สัมผัสกัน บิตที่ 0 ก็จะมีเซตเป็น High ในทำนองเดียวกันบิตที่ 1 ก็จะเป็นตัวบอกสถานะของตัวนำที่อยู่ในแนวตั้ง ส่วนบิตที่ 2 จะเป็นตัวที่บอกว่าแถบตัวนำที่อยู่ในแนวนอนชอร์ตกันหรือไม่ ส่วนบิตที่ 3 จะเป็นตัวบอกสถานะของแถบตัวนำที่อยู่ในแนวตั้ง ว่ามีการชอร์ตกันหรือไม่เช่นเดียวกัน

โครงสร้างและซอฟต์แวร์

โปรแกรมที่ใช้ควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ในวงจรนี้ส่วนแรกจะเป็นโปรแกรมภาษาแอสเซมบลี (ทั้งซอร์สโค้ดและคอมไพล์เอ็กไฟล์) ซึ่งจะทำงานบน DOS ส่วนที่สองก็คือไฟล์ที่ใช้ทดสอบการทำงานของวงจร ไฟล์ต่างๆ เหล่านี้จะอยู่ในแผ่นดิสต์ (หมายเลข 000055-11) รวมทั้งสามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์ของ Elektor แต่ในแผ่นดิสก์จะไม่มีรายละเอียดเกี่ยวกับแผ่นวงจรพิมพ์ เนื่องจากวงจรนี้เป็นวงจรง่ายๆ สามารถสร้างโดยใช้แผ่น Prototyping แต่ถ้าคุณมีความชำนาญก็ควรจะบัดกรีอุปกรณ์ทั้งหมดลงที่คอนเน็คเตอร์แบบ DB 9 โดยตรง.

รายชื่อไฟล์ต่างๆ ที่อยู่ในแผ่นดิสต์ #000055-11

Contents.txt	ไฟล์เนื้อหาทั้งหมด
Copyright.txt	ไฟล์เกี่ยวกับลิขสิทธิ์ของโปรแกรม
Egava.bgi	ไฟล์ที่ทำหน้าที่สนับสนุนไฟล์ Test.exe
Test.exe	ไฟล์ที่ใช้ทดสอบวงจร
Touch.asm	ซอร์สโค้ดของโปรแกรม
Touch.hex	โปรแกรมแปลรหัสเลขฐาน 2 เป็นเลขฐาน 16
Tst.tpe	ไฟล์ที่ทำหน้าที่สนับสนุนไฟล์ Test.exe
Tst.tpr	ไฟล์ที่ทำหน้าที่สนับสนุนไฟล์ Test.exe

