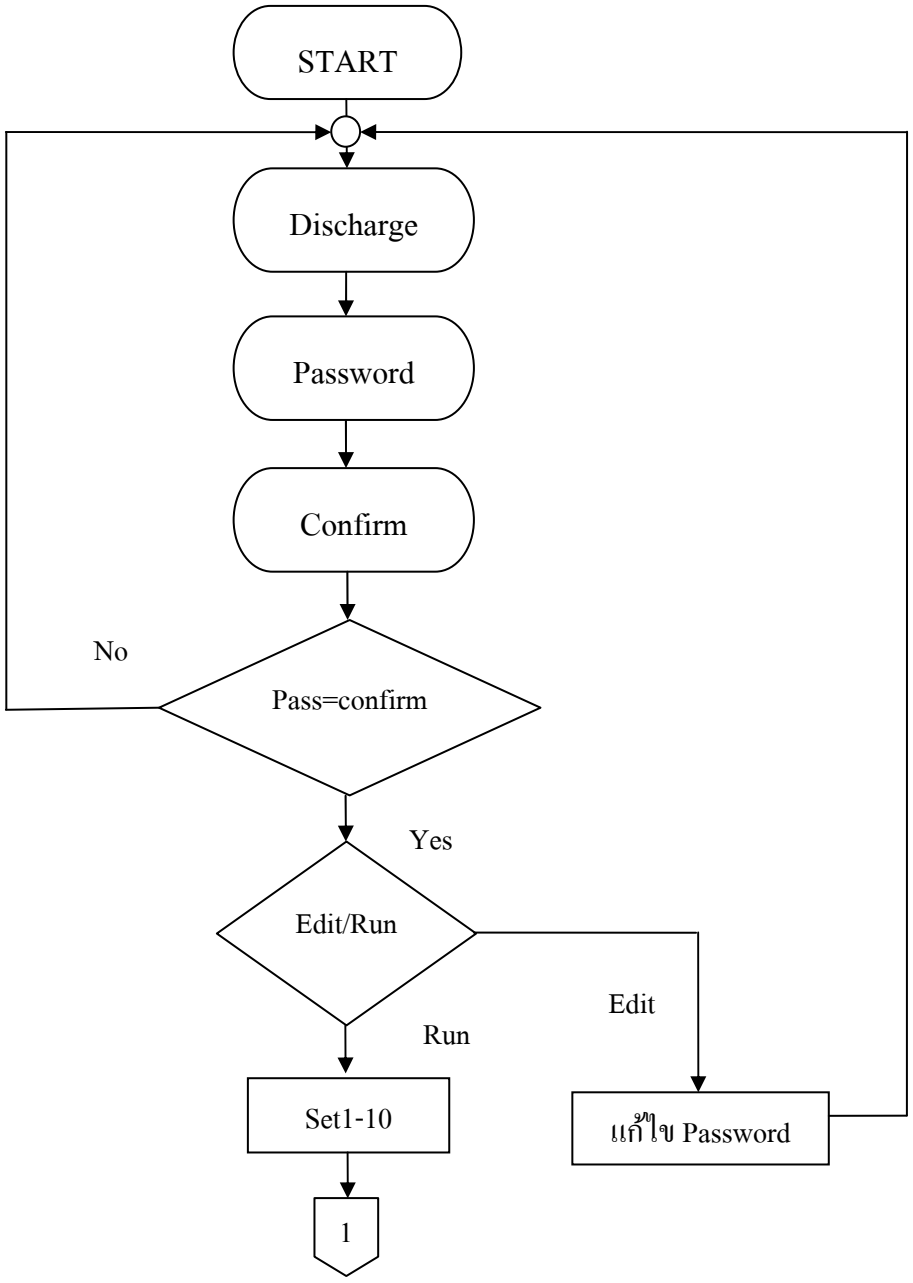
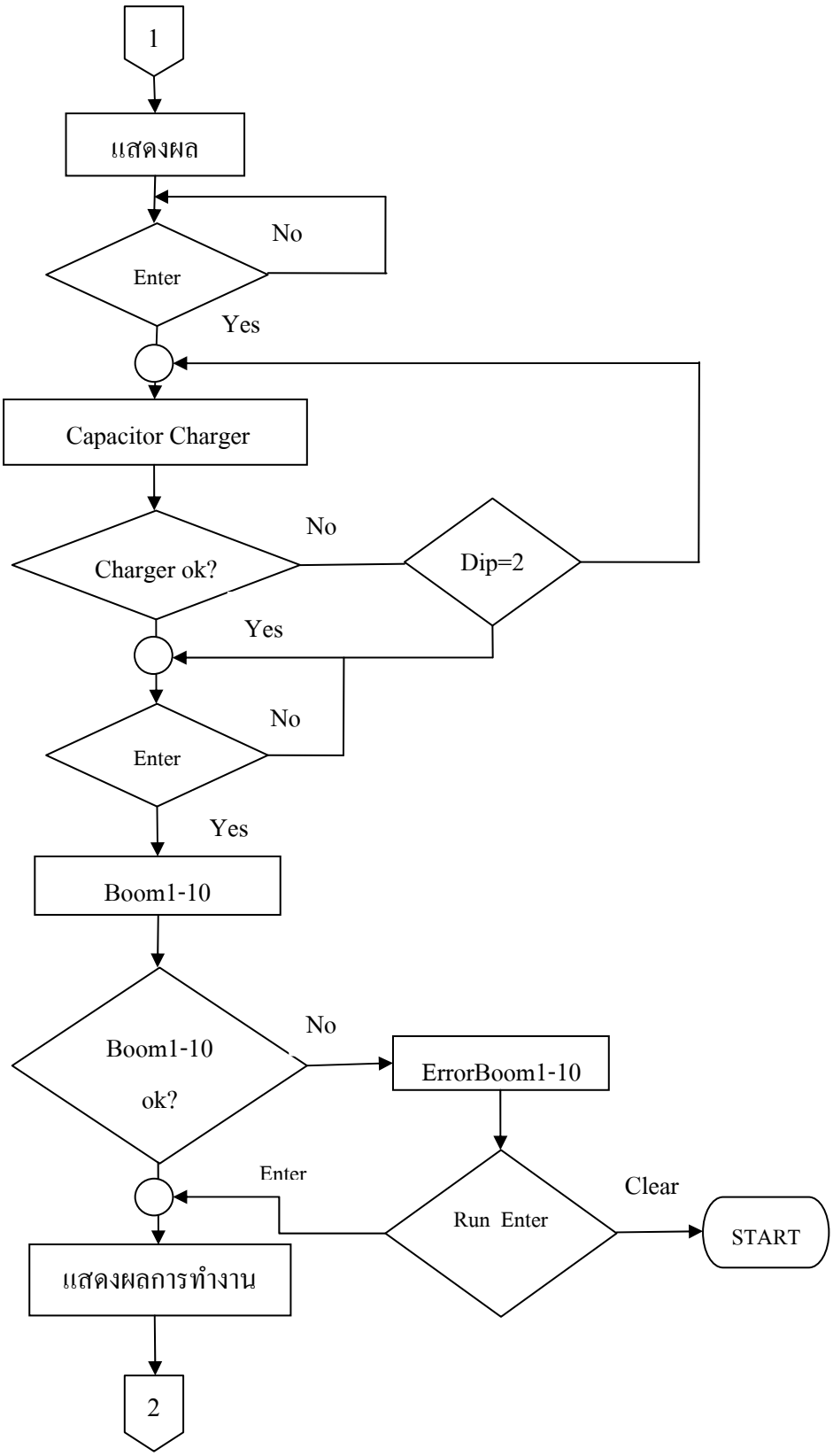
บทที่ 3
การออกแบบโครงงาน

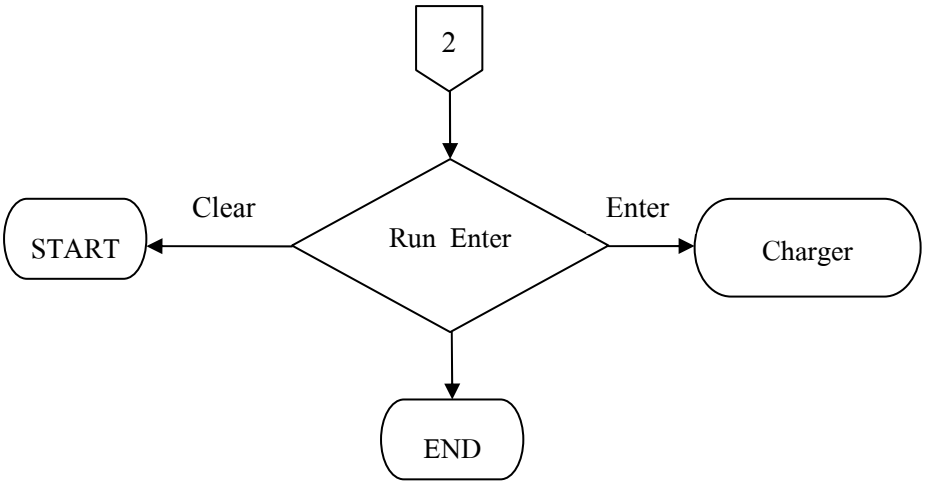
3.1 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของเครื่อง



ภาพที่ 3.1 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของเครื่อง



ภาพที่ 3.2 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของเครื่อง (ต่อ 1)



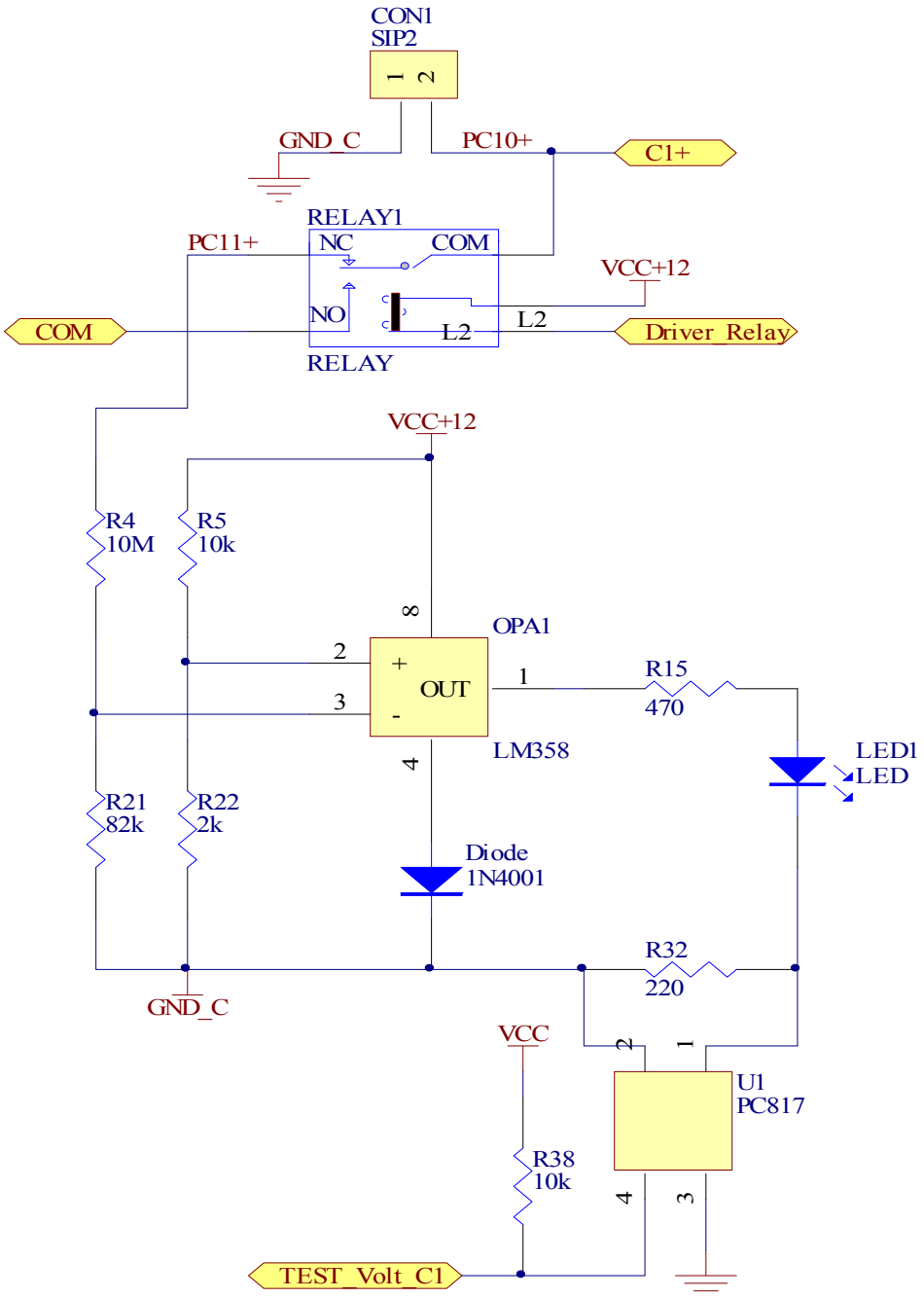
ภาพที่ 3.3 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของเครื่อง (ต่อ 2)

หลักการทำงาน

เมื่อเริ่มต้นการทำงานจะทำการคายประจุของ Capacitor ก่อน แล้วให้ทำการคีย์ Password เมื่อทำการคีย์ Password แล้วให้ทำการยืนยัน Password Confirm อีกครั้ง เพื่อทำการตรวจสอบ Password เครื่องที่ตั้งไว้ตรงกันกับที่คีย์ไปหรือไม่ ถ้าไม่ตรงกันให้ทำการคีย์ Password ใหม่อีกครั้ง ถ้าตรงกันจะไปทำงานที่เงื่อนไข Edit Password กับ Run Program ถ้าต้องแก้ไข Password ให้ทำการกด Edit Password แต่ถ้าไม่ทำการแก้ไข Password ให้ทำการกด Run Program เพื่อไปตั้งค่าหน่วงเวลาของแต่ละชุด เมื่อทำการตั้งค่าหน่วงเวลาของแต่ละชุดจะไปแสดงการตั้งค่าหน่วงเวลาที่จอแสดงผล LCD ให้กด Enter เพื่อไปชาร์จ Capacitor ในเวลา 50 วินาที เมื่อครบเวลา 50 วินาทีจะทำการตรวจเช็คแรงดัน 250 Vdc ของ Capacitor เต็มหรือไม่ ถ้าไม่เต็มให้กลับไปทำการชาร์จใหม่อีกครั้ง แต่ถ้าเต็มให้ทำการกด Enter เพื่อทำการจุดระเบิด (Boom 1-10) จากนั้นจะทำการตรวจเช็คการจุดระเบิดของแต่ละชุด ถ้าไม่เกิดผิดพลาดในการจุดระเบิดทั้ง 10 ชุด จะไปแสดงผลที่จอแสดงผล LCD เมื่อมีชุดใดชุดหนึ่งเกิดผิดพลาดจะหยุดการทำงานทันทีและจะไปแสดงผลที่จอแสดงผล LCD คำว่า “ Error ” ของชุดที่ผิดพลาด หากต้องการจุดระเบิดต่อให้กด Enter แต่ถ้าไม่ต้องการจุดระเบิดต่อให้กด Clear เพื่อทำการตรวจเช็คและแก้ไขในส่วนของเครื่องและโหลด หลังจากทำการจุดระเบิดครบทั้ง 10 ชุด จะมีเงื่อนไขให้กด clear เพื่อไปตั้งค่าใหม่อีกครั้งแต่ถ้าต้องการจุดระเบิดอีกครั้งให้กด Enter เพื่อไปชาร์จ Capacitor แล้วกลับไปทำงานตามขั้นตอนเดิม จบการทำงาน

3.2 การออกแบบวงจร

3.2.1 วงจรชาร์จคาปาซิเตอร์และวงจรเปรียบเทียบแรงดัน

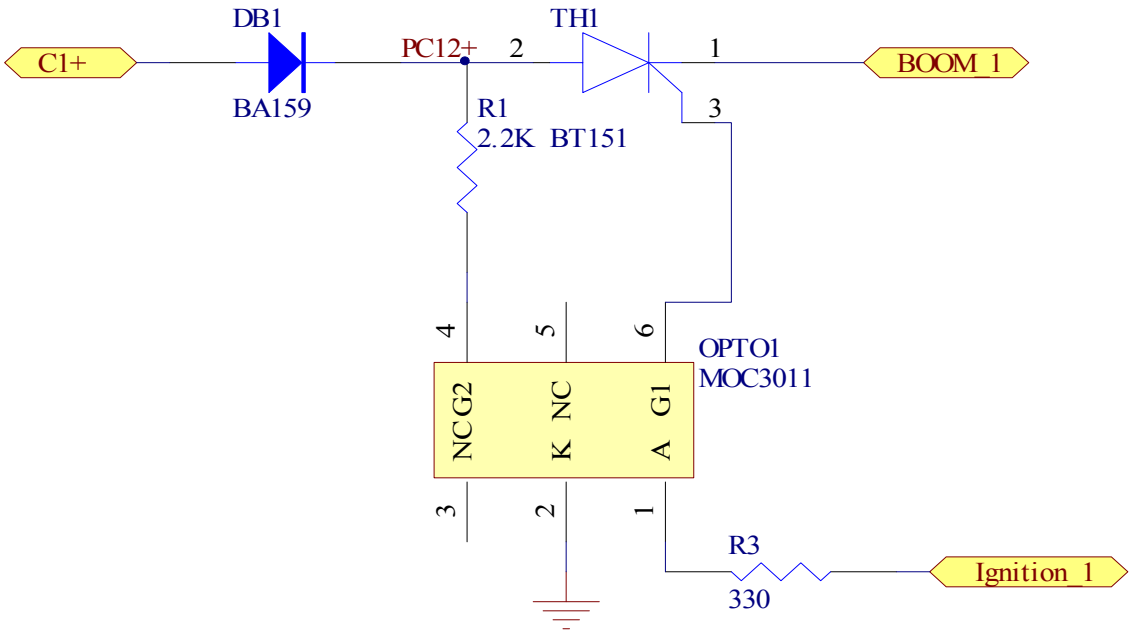


ภาพที่ 3.4 วงจรชาร์จคาปาซิเตอร์และวงจรเปรียบเทียบแรงดัน

หลักการทำงาน

จ่ายแรงดัน 230 Vdc มารอที่ขา NO ของรีเลย์และขา NC ต่อกับวงจรเปรียบเทียบแรงดัน ส่วนขา COM ของรีเลย์ที่ต่ออยู่กับคาปาซิเตอร์ขนาด 450Vdc 330μF เมื่อมีคำสั่ง Diver Reley จากไมโครคอนโทรลเลอร์ไปชาร์จคาปาซิเตอร์ โดยมีการหน่วงเวลาในการชาร์จคาปาซิเตอร์ในแต่ละครั้งที่เวลา 50 วินาที เมื่อรีเลย์ทำงานจะเปลี่ยนสถานะจาก NC ไปเป็น NO เมื่อครบเวลา 50 วินาที ไมโครคอนโทรเลอร์ก็จะหยุดทำการ Diver Reley ทำให้รีเลย์เปลี่ยนสถานะจาก NO ไปเป็น NC ดังเดิมและต่อกับวงจรเปรียบเทียบแรงดัน เพื่อเช็คแรงดันที่คาปาซิเตอร์ โดยคาปาซิเตอร์เมื่อชาร์จประจุแล้วจะมีแรงดันประมาณ 250Vdc ต่อผ่าน R=10 MΩ และต่ออนุกรมกับ R=82kΩ ลงกราวด์ จะได้แรงดันที่ตกคร่อม R=82kΩ ไปเข้าขา 3 ของ LM358 เพื่อมาเปรียบเทียบกับขา 2 ของ LM358 จากแรงดัน 12 Vdc ต่อผ่าน R=10kΩ และต่ออนุกรมกับ R=2kΩ ลงกราวด์ จะได้แรงดันที่ตกคร่อม R=2kΩ ไปเข้าขา 2 ของ LM358 ทำการเปรียบเทียบแรงดันระหว่าง ขา 2 และ ขา 3 เมื่อแรงดันขา 3 มากกว่าขา 2 ทำให้ LM358 ทำงานมีแรงดันเอาต์พุตส่งออกไปยังขา 1 ของ LM358 ไหลผ่าน LED ขาแอโนด ออกไปยังขาแคโทด โดยมี R=470Ω จำกัดกระแส ไหลไปเข้าขา 1 ของ PC817 ด้านอินพุตโดยมี R=220Ω ต่อขนานเพื่อแบ่งกระแสทำให้ LED ด้านอินพุตของ PC817 ทำงานแล้วส่งสัญญาณแสงไปจุดชนวนทรานซิสเตอร์ด้านเอาต์พุตของ PC817 ทำงาน ทำให้แรงดัน VCC+5 V ที่ต่ออยู่กับ R=1kΩ ไหลเข้าขา 4 ผ่านไปยังขา 3 ลงกราวด์ เพื่อทำให้สัญญาณลอจิกที่ส่งไปยังไมโครคอนโทรเลอร์ เปลี่ยนสถานะ ลอจิก “1” เป็น ลอจิก “0”

3.2.2 วงจรจุดระเบิด

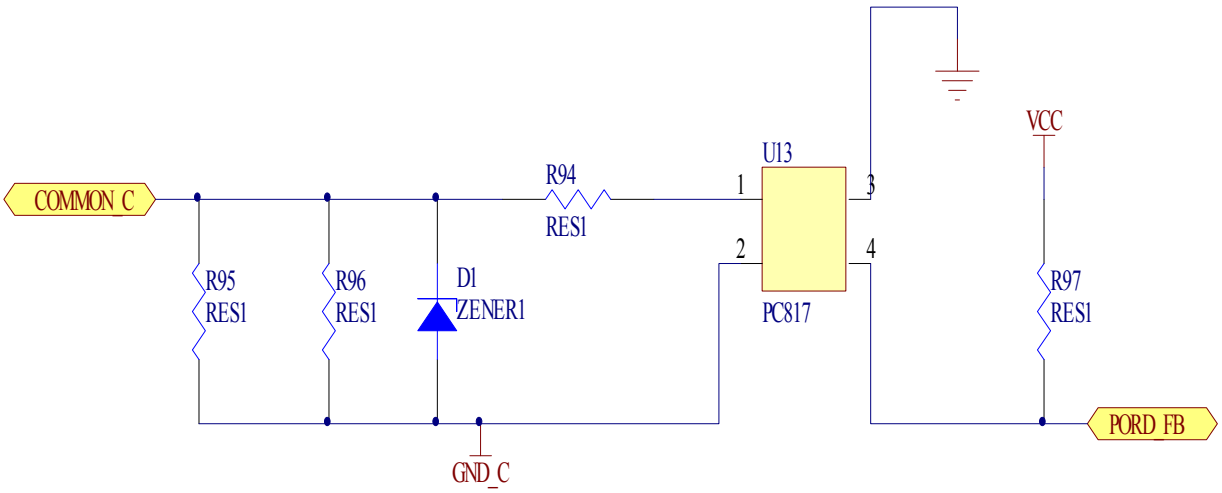


ภาพที่ 3.5 วงจรจุดระเบิด

หลักการทำงาน

ต่อไฟบวกของคาปาซิเตอร์เข้ากับ BA159 โดยมีแรงดันไปรออยู่ที่ขาแอโนดของ BT151 และขา 4 ของ MOC3011 ด้านเอาต์พุต โดยมี R=2.2kΩ เป็นตัวจำกัดกระแส เมื่อมีแรงดัน +5V จากไมโครคอนโทรลเลอร์จ่ายให้กับขา 1 ของ MOC3011 โดยมี R=330Ω เป็นตัวจำกัดกระแสทำให้ LED ด้านอินพุตของ MOC 3011 ทำงานแล้วส่งสัญญาณแสงไปจุดชนวนไทรแอกด้านเอาต์พุตของ MOC3011 ทำงานยอมให้กระแสไหลจากขา 4 ไปยังขา 6 ของ MOC3011 เพื่อไปจุดชนวนขาเกทของ BT151 ทำให้แรงดันที่รออยู่ที่ขาแอโนดไหลไปยังขาแคโทดผ่านไปยังโหลด เมื่อคาปาซิสเตอร์คายประจุหมดหรือมีกระแสต่ำสุด BT151 ก็จะหยุดนำกระแส

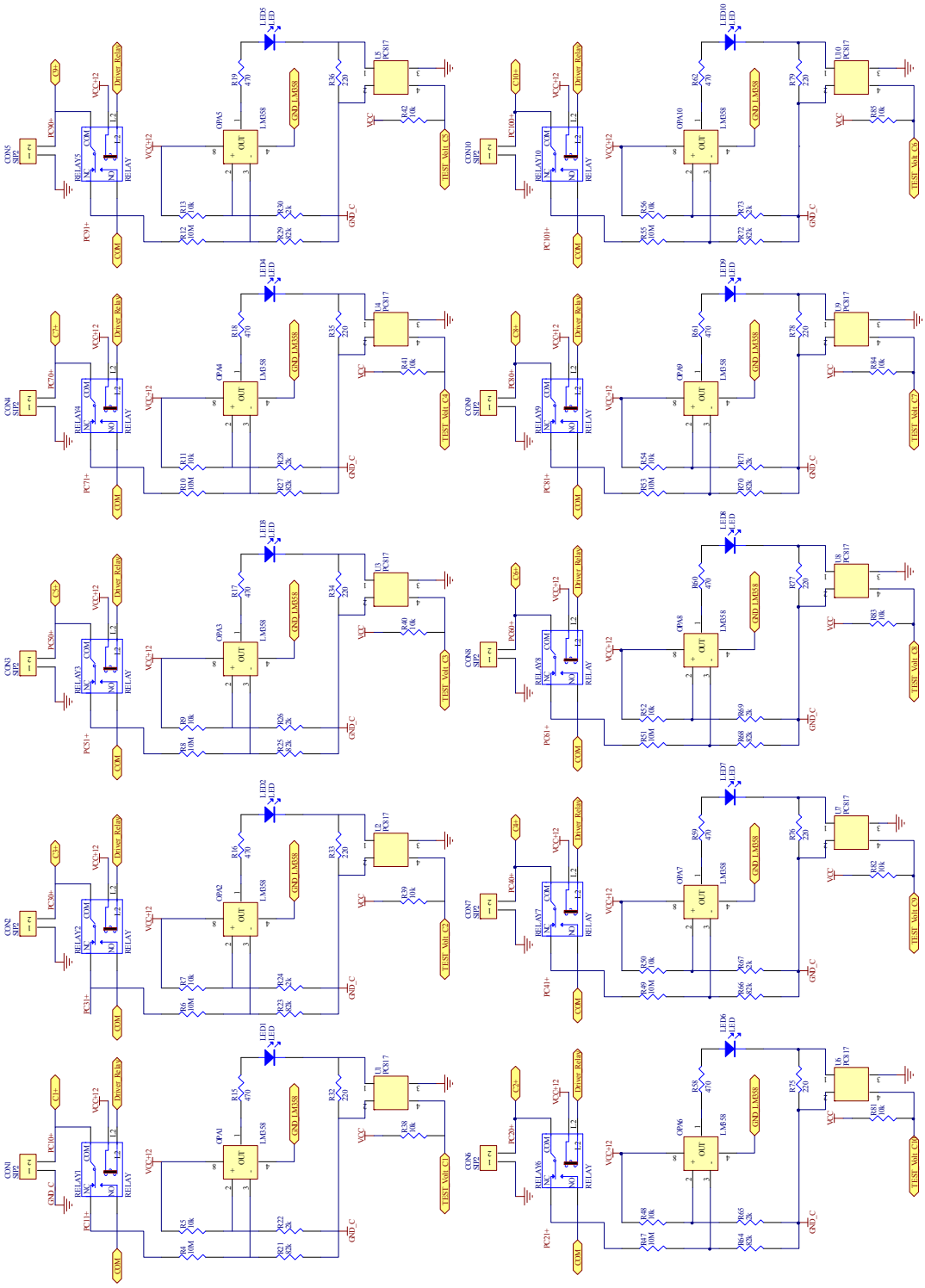
3.3.3 วงจรเช็คการจุดระเบิด



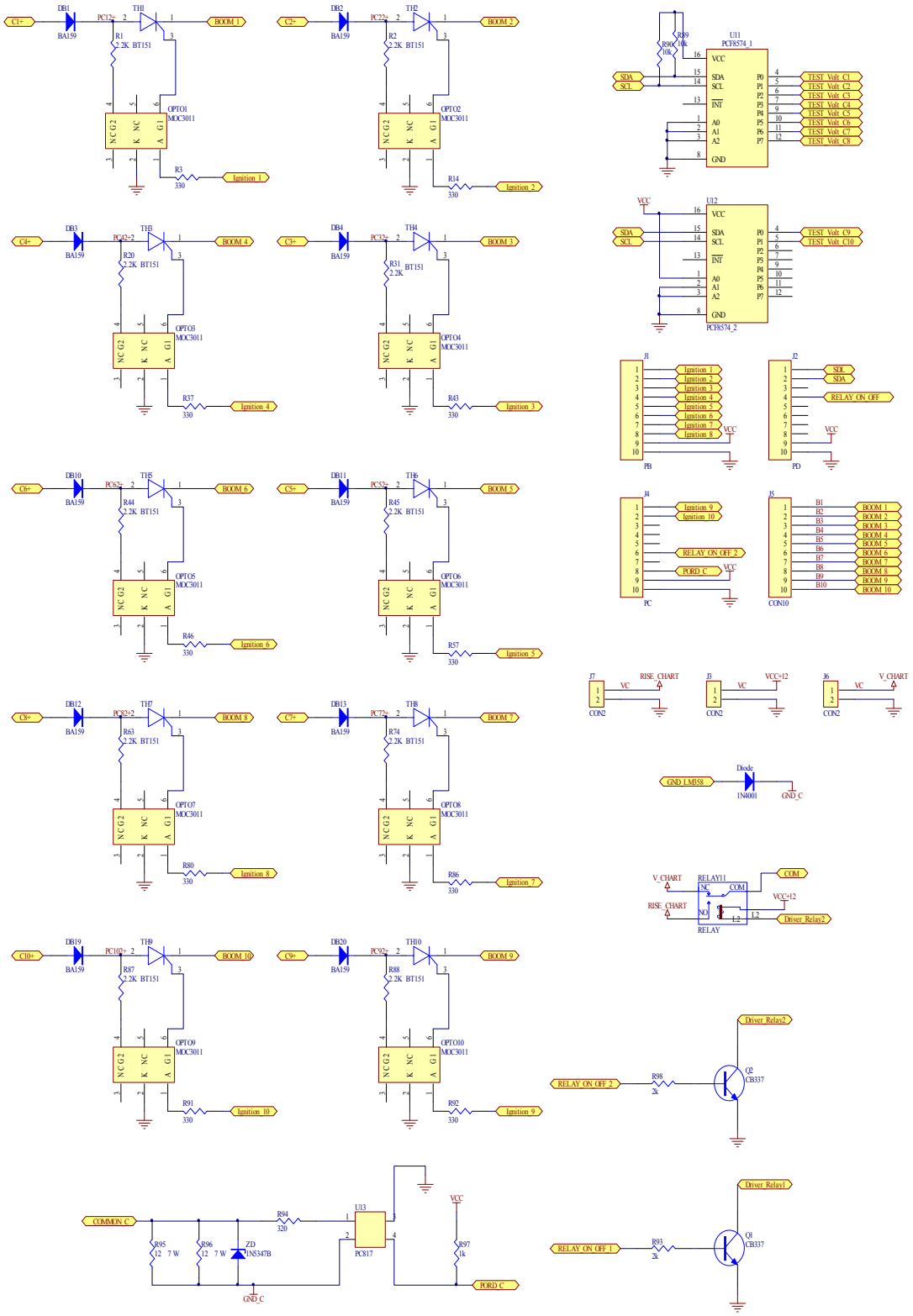
ภาพที่ 3.6 วงจรเช็คการจุดระเบิด

หลักการทำงาน

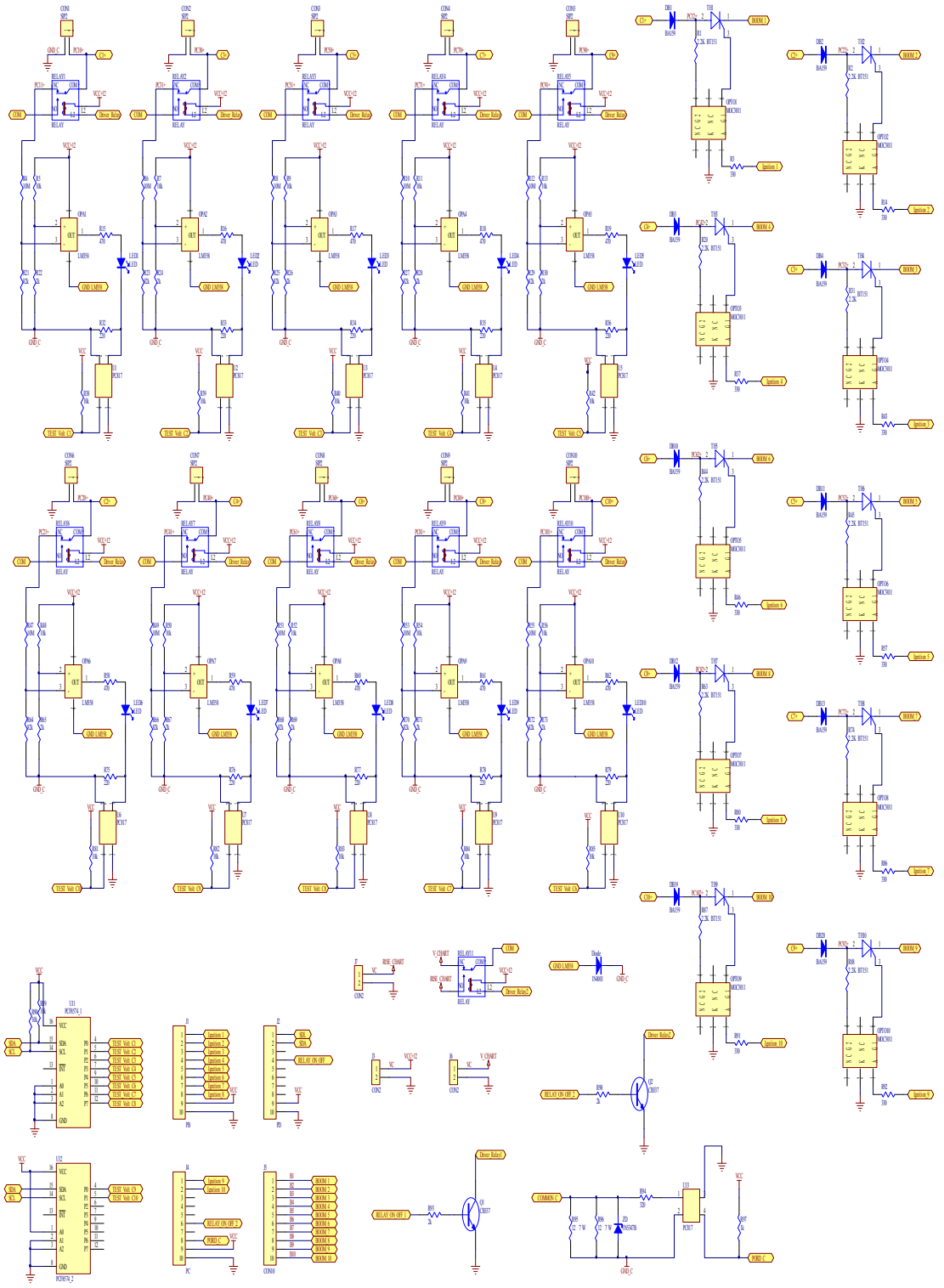
ขณะที่ทำการจุดระเบิดเสร็จมีแรงดัน 230V ไหลผ่าน R=12Ω7W ต่อขนานกันเพื่อให้ความต้านทานน้อยลงจะทำให้วัตต์สูงขึ้น และมี Zener Diode 5W10V ต่อขนานเพื่อบล็อกแรงดันส่วนที่เกินให้ไหลลงกราวด์ จะเหลือแรงดันเพียง 10V ไหลไปยังขา 1 ของ PC817 ด้านอินพุตโดยมี R=320Ω จำกัดกระแสทำให้ LED ด้านอินพุตของ PC817 ทำงานแล้วส่งสัญญาณแสงไปจุดชนวนทรานซิสเตอร์ด้านเอาต์พุตของ PC817 ทำงานทำให้แรงดันVCC +5V ที่ต่ออยู่กับ R=1kΩ ไหลเข้าขา 4 ไปยังขา 3 ลงกราวด์ จึงทำให้สัญญาณลอจิกที่ส่งไปยังไมโครคอนโทรเลอร์ เปลี่ยนสถานะลอจิก “1” เป็น ลอจิก “0”



ภาพที่ 3.7 วงจรจุดชาร์จคาปาซิเตอร์และเปรียบเทียบแรงดันทั้ง 10 ชุด

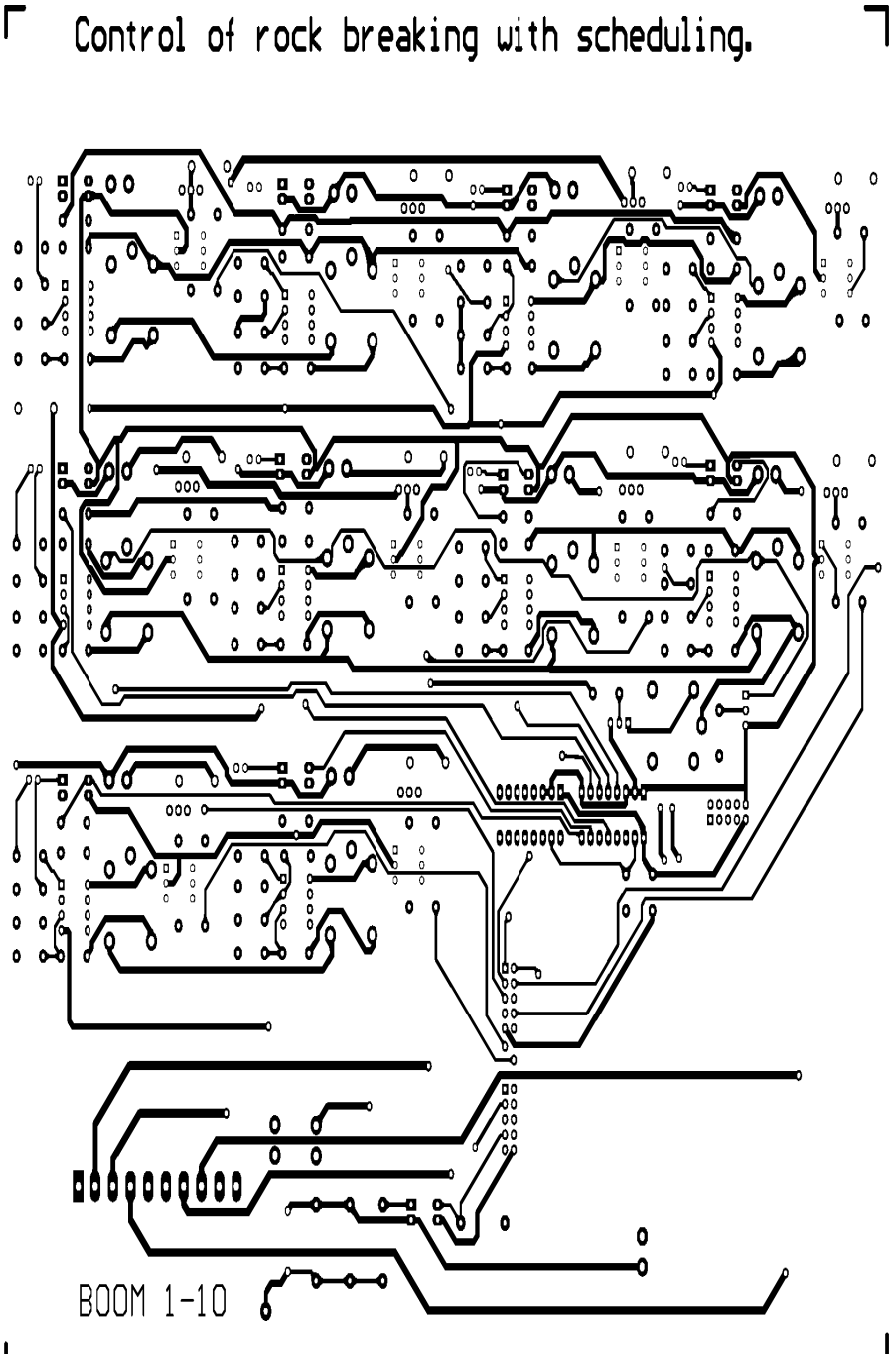


ภาพที่ 3.8 รวมวงจรจุดระเบิดและขาที่เข้าไปยังพอร์ต เอวีอาร์

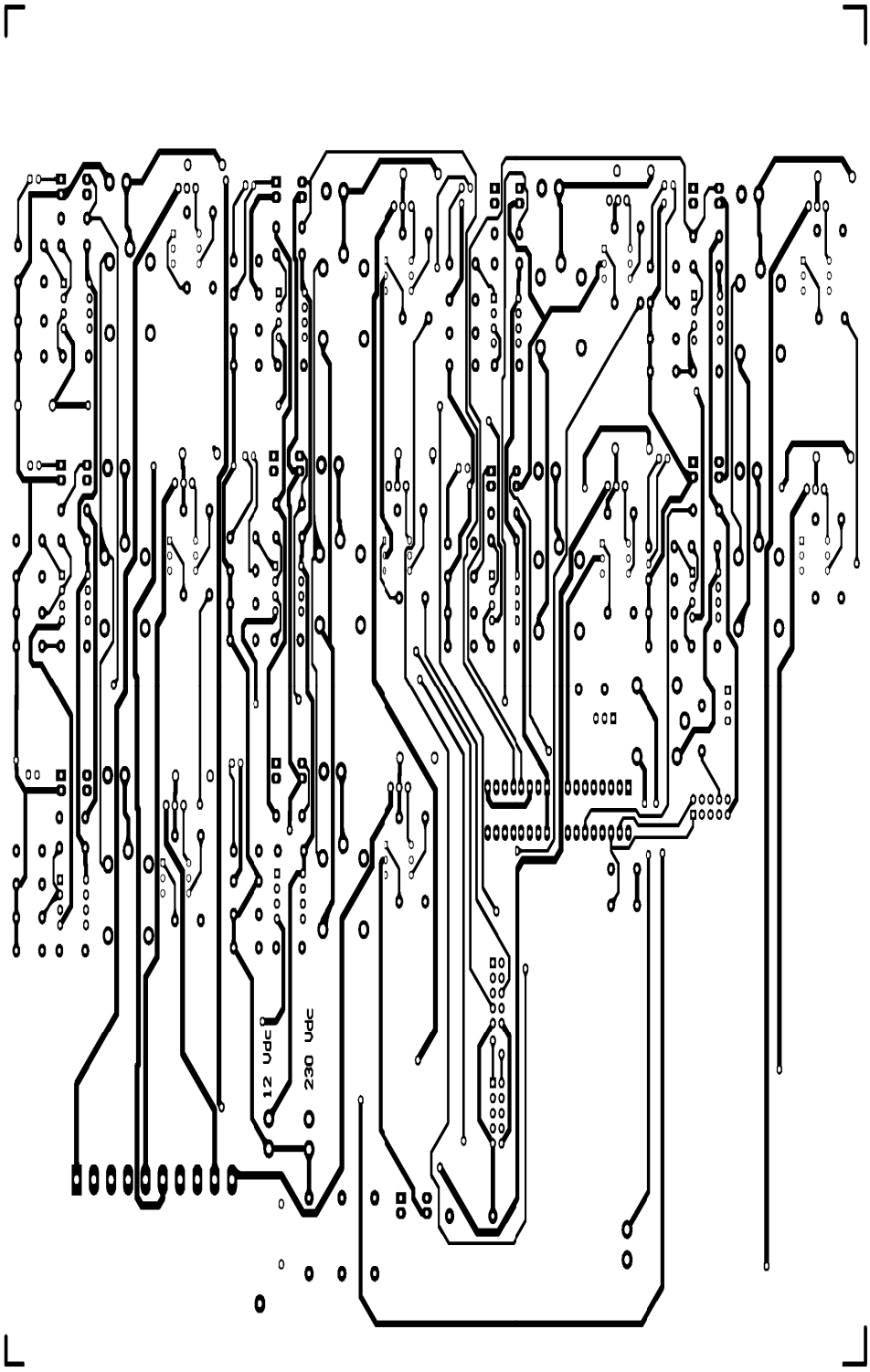


ภาพที่ 3.9 วงจรรวมทั้งหมดของเครื่องควบคุมการตั้งเวลาสำหรับระเบิดหิน

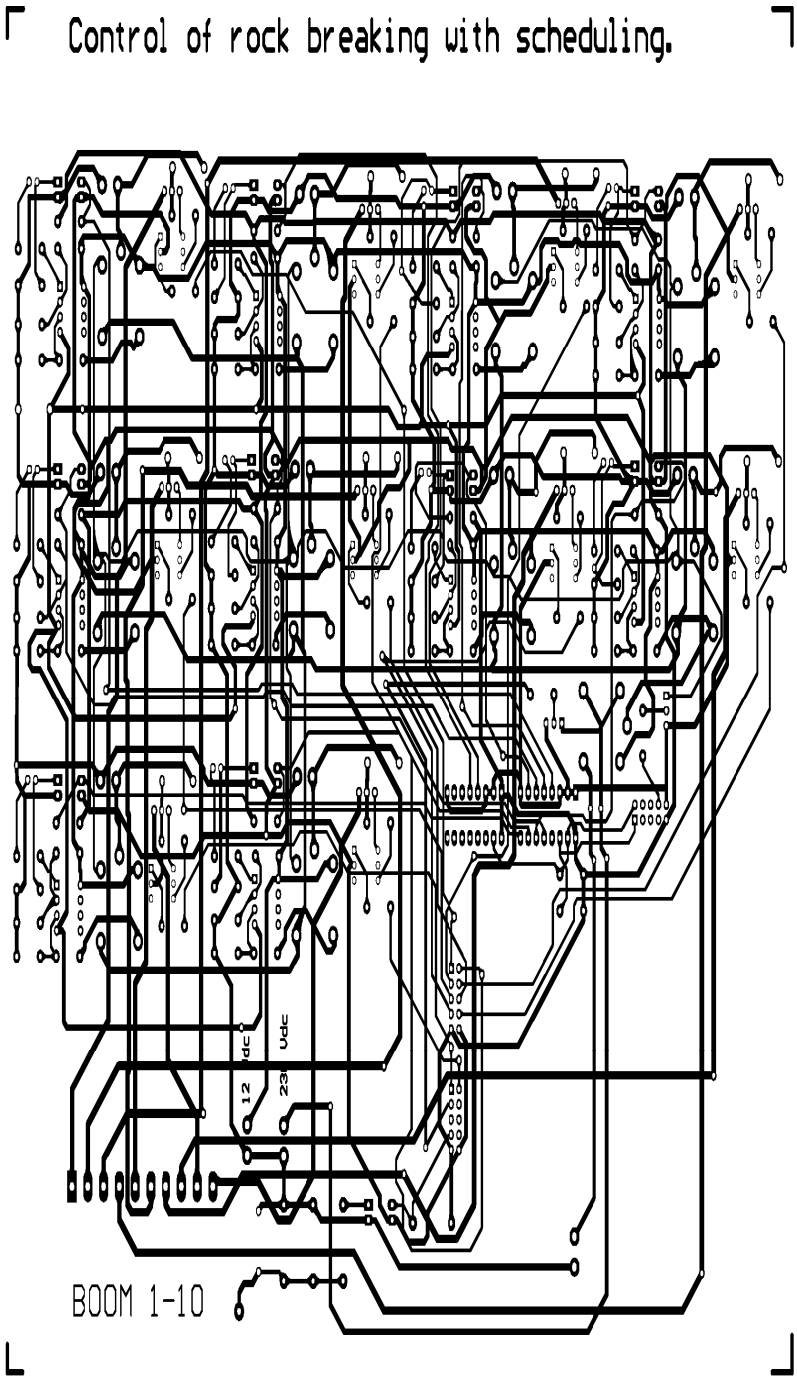
3.3 ลายวงจรและลายอุปกรณ์



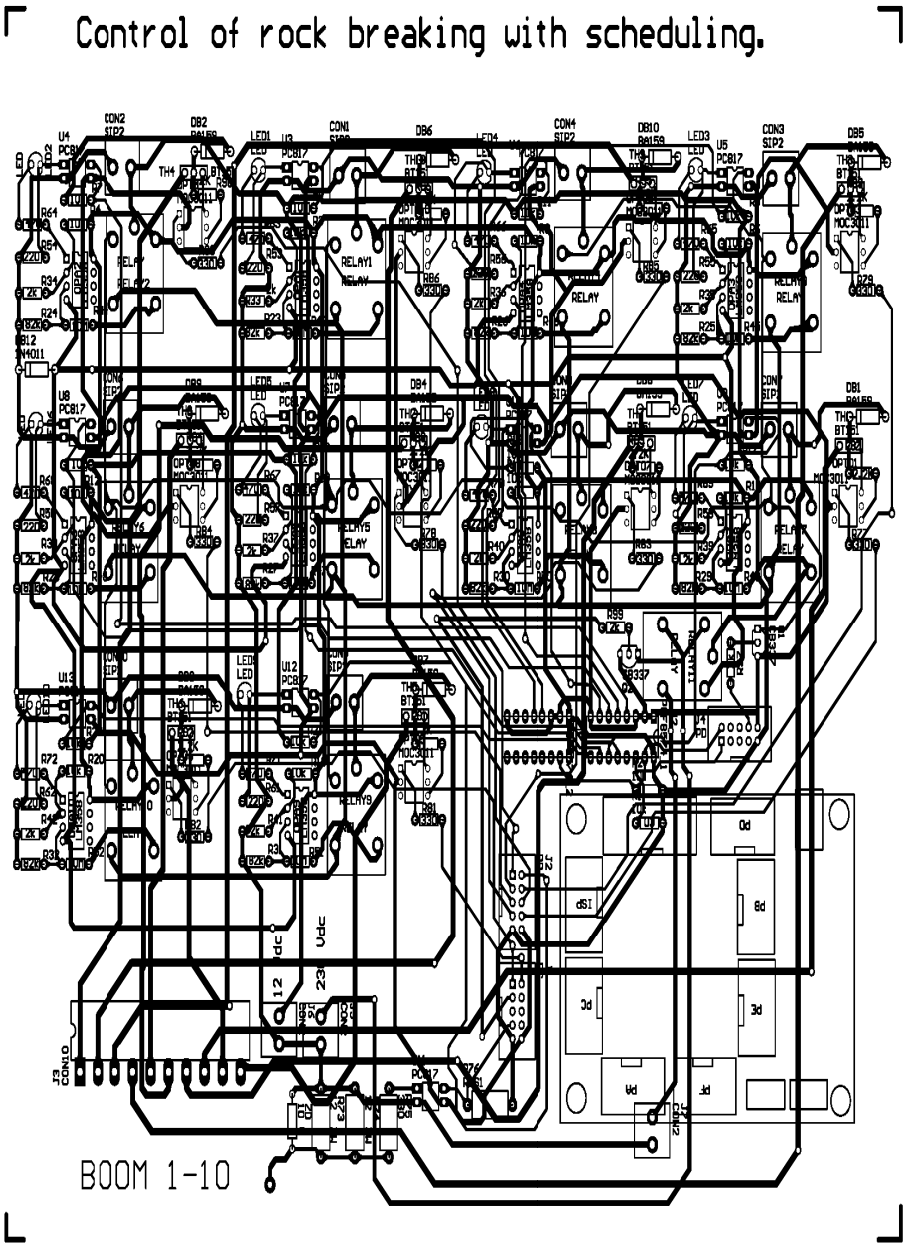
ภาพที่ 3.10 ลายวงจรในแผ่น พีซีบี (ด้านหน้า)



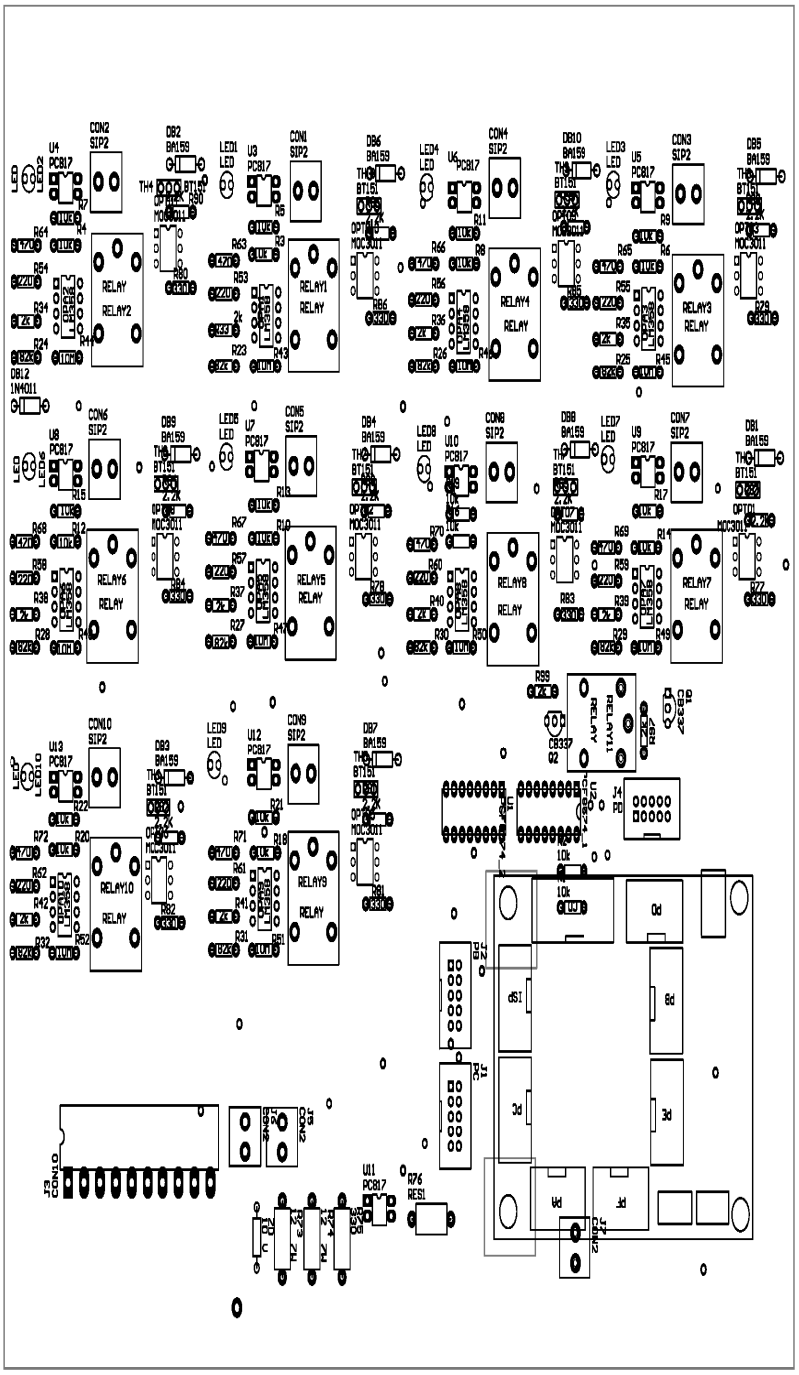
ภาพที่ 3.11 ลายวงจรในแผ่น พีซีบี (ด้านหลัง)



ภาพที่ 3.12 ลายวงจรในแผ่น พีซีบี (ด้านหน้าและด้านหลัง)

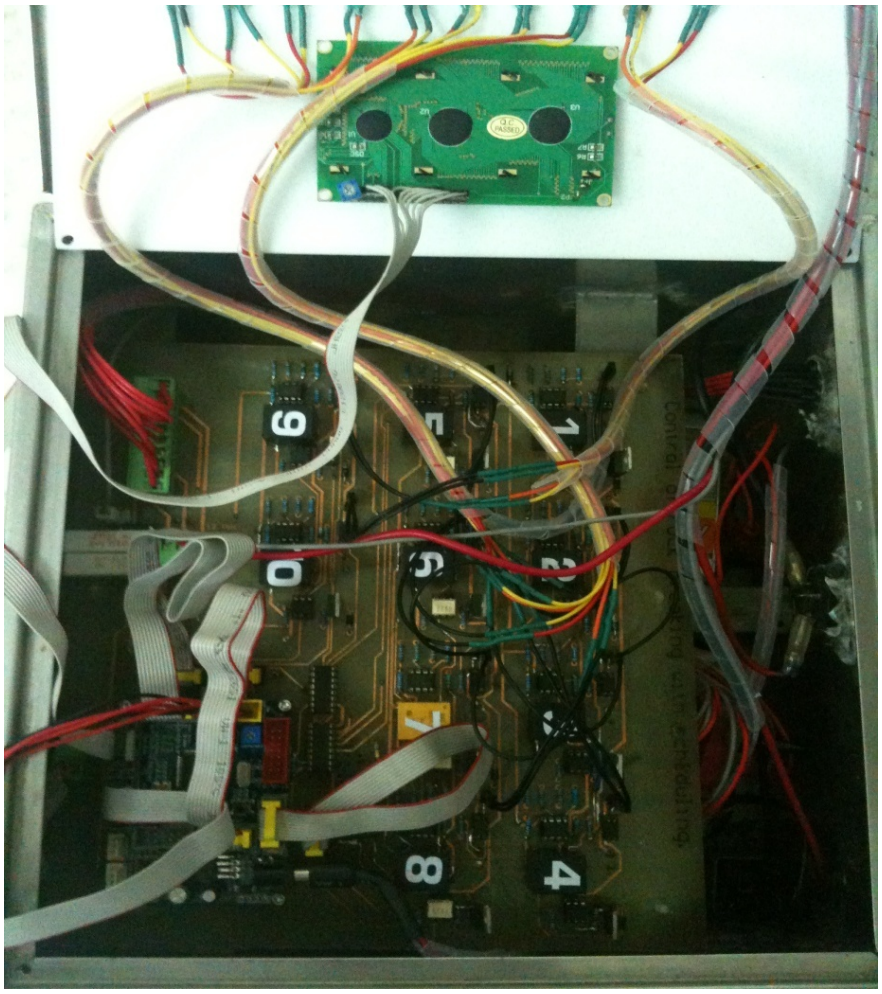


ภาพที่ 3.13 ลายวงจร (ด้านหน้าและด้านหลัง) และการติดตั้งอุปกรณ์จริงในแผ่น พีซีบี



ภาพที่ 3.14 การติดตั้งอุปกรณ์จริงบนแผ่น พีซีบี

3.4 โครงสร้างของเครื่องควบคุมการตั้งเวลาสำหรับระเบิดหิน



ภาพที่ 3.15 โครงสร้างภายในเครื่องควบคุมการตั้งเวลาสำหรับระเบิดหิน

3.5 ภาพด้านบนของเครื่องควบคุมการตั้งเวลาสำหรับระเบิดหิน

ภาพที่ 3.16 ด้านบนของเครื่องควบคุมการตั้งเวลาสำหรับระเบิดหิน