บทที่ 4

การทำงานของวงจร

หลังจากรังสีเอ็กซ์ตกกระทบที่หัววัด พลังงานที่ถูกดูดกลืนในหัววัดก่อให้เกิดการแตกตัวของก๊าซภายในหัววัด กำเนิดเป็นพัลส์ของสัญญาณไฟฟ้าภายใต้อิทธิพลของศักดาไฟฟ้าแรงสูงที่จ่ายให้กับหัววัดรังสี สัญญาณไฟฟ้าดังกล่าวเป็นตัวแทนของอนุภาครังสีเอ็กซ์ ซึ่งปริมาณพัลส์ต่อหน่วยเวลา จะขึ้นกับความแรงของรังสีที่ต้องการทราบผลและป้องกันอันตรายด้วยการทำงานของเครื่องเตือน (monitor) พัลส์ของศักดาไฟฟ้าที่ได้จะมีกำลังอ่อน จึงต้องถูกขยายด้วยวงจรขยายและแต่งสัญญาน เพื่อให้มีระดับสัญญานแรงพอที่จะใช้กระตุ้นให้ภาคนับรังสีและส่วนอื่น ๆ ทำงานอย่างมีระบบ เนื่องจากในการใช้รังสีเอ็กซ์ทางการแพทย์ ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องทราบความแรงรังสีภายในเวลาที่รวดเร็ว วงจรนับจึงถูกออกแบบให้ใช้เวลาในการนับเพียง 1 วินาที แต่ภาคแสดงผลของเครื่องนับจะแสดงจำนวนนับต่อนาทีเพื่อเปรียบเทียบกับปริมาณรังสีในหน่วยมิลลิเรมต่อชั่วโมง (mR/hr) ดังนั้นพัลส์ที่เกิดจากหัววัดเมื่อผ่านวงจรขยายแล้วก่อนเข้าวงจรนับจะต้องผ่านวงจรคูณความถี่ด้วย 60 เพื่อให้ได้จำนวนพัลส์ใน 1 นาที ดังนั้นตัวเลขที่ปรากฏบนภาคแสดง 7 ส่วนจะเป็นค่าใน 1 นาที จึงกล่าวได้ว่า เครื่องไบนิเดอร์บริเวณรังสีเอ็กซ์ นอกจากจะใช้เป็นเครื่องเตือนแล้ว ยังสามารถใช้เป็นเครื่องนับรังสีได้อีกด้วย นอกจากนั้นเอาท์พุทที่ได้จากวงจรนับใน 1 วินาที จะถูกส่งต่อไปยังวงจรเปรียบเทียบ (comparator) แบบดิจิตอล (digital) เพื่อเปรียบเทียบกับค่าจำนวนนับใน 1 นาที ซึ่งถูกตั้งไว้ที่ทัมบ์วีล สวิทช์ (thumb-wheel switch) ถ้าจำนวนนับต่อวินาทีที่ได้จากวงจรนับมีค่ามากกว่าค่าที่ตั้งไว้ จะมีเอาท์พุทออกมาจากวงจรเปรียบเทียบ เป็นลักษณะพัลส์สี่เหลี่ยม แต่เนื่องจากการนับรังสีมีความคลาดเคลื่อนทางสถิติเป็นธรรมชาติ ค่าที่นับได้จะมีค่าเบี่ยงเบนจากการแปรปรวนทำให้การทำงานผิดพลาด ดังนั้นจึงต้องมีวงจรแก้แรนดอมทำหน้าที่นับพัลส์ที่ออกจากวงจรเปรียบเทียบ โดยจะกำหนดให้มีพัลส์เข้ามาอย่างต่อเนื่องในช่วงเวลาหนึ่งเฉลี่ย 3 ลูก วงจรสัญญานเตือนอันตรายจึงจะทำงานโดยมีรีเลย์ (relay) ชนิด 2 คอนแทค (contact) เป็นตัวรับสัญญานจากวงจรแก้แรนดอม เพื่อทำหน้าที่ต่อวงจรสัญญานเตือนอันตราย และตัดแหล่งจ่ายไฟสลับของเครื่องเอ็กซเรย์เมื่อระดับ

I15970243

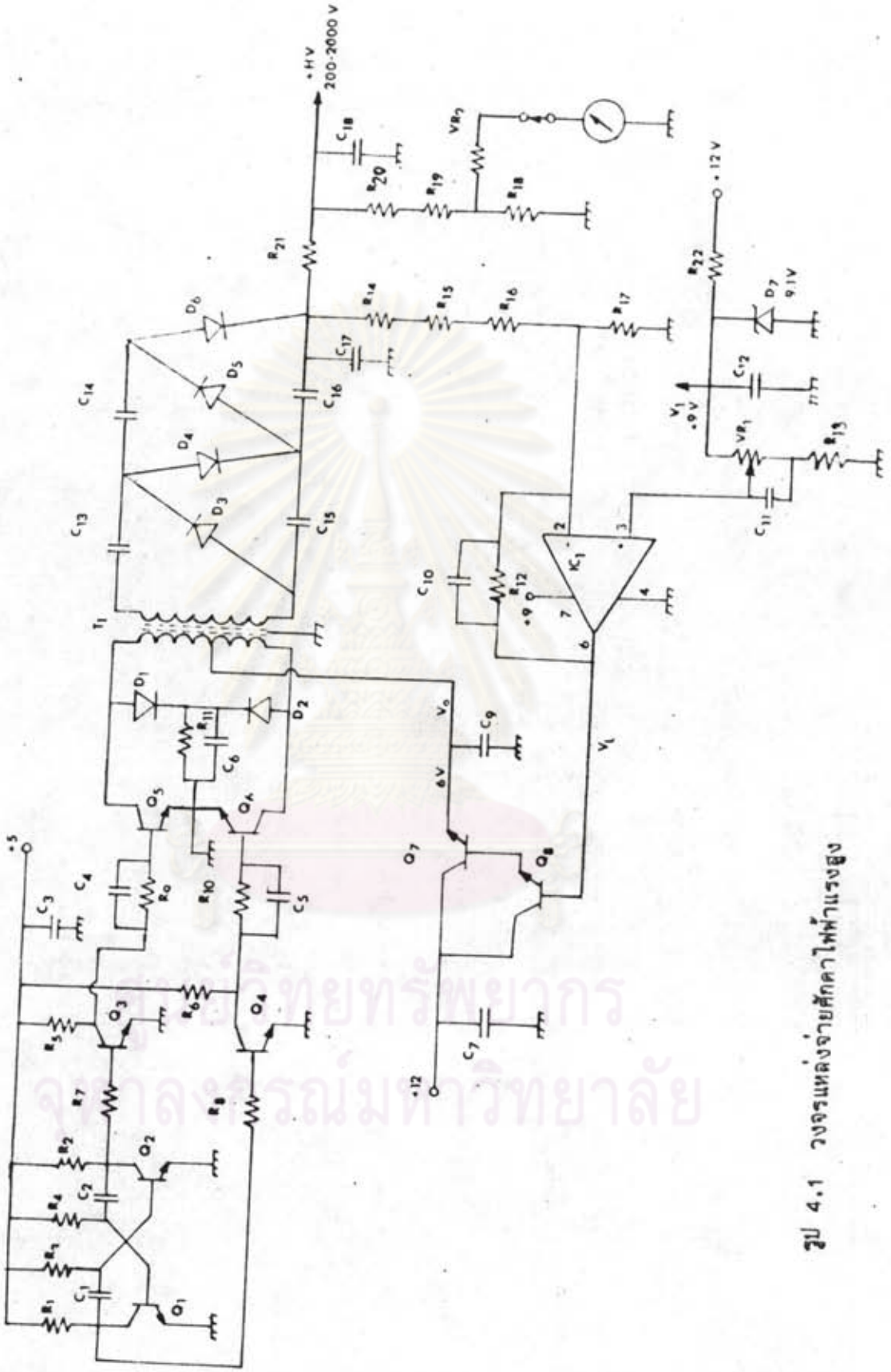
รังสีเกินขีดที่ตั้งไว้ ซึ่งการทำงานของวงจรส่วนต่าง ๆ ภายในเครื่องไมนิเตอร์บริเวณรังสีเอ็กซ์ จะแยกกล่าวถึงเป็นส่วน ๆดังนี้

4.1 <u>แหล่งจ่ายศักดาไฟฟ้าแรงสูง</u> (รูป 4.1)

วงจรแหล่งจ่ายศักดาไฟฟ้าแรงสูง เป็นวงจรซึ่งทำหน้าที่แปลงไฟฟ้าสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อให้ได้ศักดาไฟฟ้ากระแสตรงมีค่าตามความต้องการ ซึ่งขึ้นกับศักดาการทำงานของหัววัดรังสี และประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

ทรานซิสเตอร์ Q_1 และ Q_2 ถูกต่อร่วมกันเป็นวงจรอะสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์ (astable multivibrator) เป็นวงจรออสซิลเลเตอร์ (oscillator) ทำหน้าที่สร้างความถี่ 5 KHz เอาท์พุทที่ได้จากวงจรส่วนนี้ จะถูกส่งไปขับทรานซิสเตอร์ Q_5 และ Q_6 ต่อกันเป็นแบบพุช-พุล (push-pull) โดยผ่านทรานซิสเตอร์ Q_3 และ Q_4 ซึ่งทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ (buffer) ทรานซิสเตอร์ Q_5 และ Q_6 จะสลับกันป้อนศักดาไฟฟ้าแรงต่ำรูปสี่เหลี่ยม ให้กับขดปฐมภูมิของทรานสฟอร์เมอร์ (transformer) T_1 ซึ่งเป็นหม้อแปลงที่ถูกออกแบบสำหรับความถี่ 5 KHz ศักดาไฟฟ้าทางด้านทุติยภูมิ ซึ่งมีค่ามากกว่าทางด้านอินพุท จะถูกทำให้มีค่าสูงขึ้นไปอีก 4 เท่า โดยวงจรทวีคูณแรงดัน (voltage multiplier) ซึ่งประกอบด้วยไดโอด (diode) D_3 - D_6 และคาปาซิเตอร์ (capacitor) C_{13}-C_{16} โดยมี C_{17} ทำหน้าที่เป็นฟิลเตอร์ (filter) เพื่อลดค่าริปเปิล (ripple) จากโหลด (load) ส่วนหนึ่งของค่าศักดาไฟฟ้าแรงสูงที่ได้จะถูกส่งไปยังวงจรเปรียบเทียบ เพื่อเปรียบเทียบกับค่าศักดาไฟฟ้าอ้างอิง (reference voltage) ซึ่งวงจรเปรียบเทียบนี้จะเป็นส่วนหนึ่งของวงจรควบคุมและปรับค่าแรงดัน (voltage regulator) โดยมีความต้านทาน R_{14}, R_{15}, R_{16} และ R_{17} ต่อร่วมด้วย

วงจรควบคุมและปรับค่าแรงดันประกอบด้วยวงจรรวม IC_1 ทรานซิสเตอร์ Q_7, Q_8 และวงจรสร้างศักดาไฟฟ้าอ้างอิง VR_1 และ R_{13} วงจรควบคุมและปรับค่าแรงดันนี้จะอยู่ในลักษณะสมดุลย์เมื่ออินพุทของ IC_1 มีค่าเท่ากัน การเพิ่มขึ้นหรือลดลงของค่าศักดาไฟฟ้าแรงสูงจะขึ้นอยู่กับการปรับค่าศักดาไฟฟ้าอ้างอิง VR_1 หมายถึงในขณะที่ค่าศักดาไฟฟ้าอ้างอิงถูกทำให้เพิ่มขึ้น อินพุทของ IC_1 จะมีค่าไม่เท่ากัน ค่าที่แตกต่างกันนี้จะเป็นสาเหตุให้ศักดาไฟฟ้าทางด้านเอาท์พุทมีค่าสูงขึ้น ค่าศักดาไฟฟ้าแรงสูงจะเพิ่มขึ้นจนกระทั่งทำให้ศักดาไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_{17} มีค่าเท่ากับศักดาไฟฟ้าอ้างอิง การชดเชยดังกล่าวนี้จะทำให้ศักดาไฟฟ้าแรงสูงที่ได้ทางด้านเอาท์พุทมีค่าคงที่



รูป 4.1 วงจรแหล่งจ่ายศักดาไฟฟ้าแรงสูง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 ภาคขยายและแต่งสัญญาน (รูป 4.2)

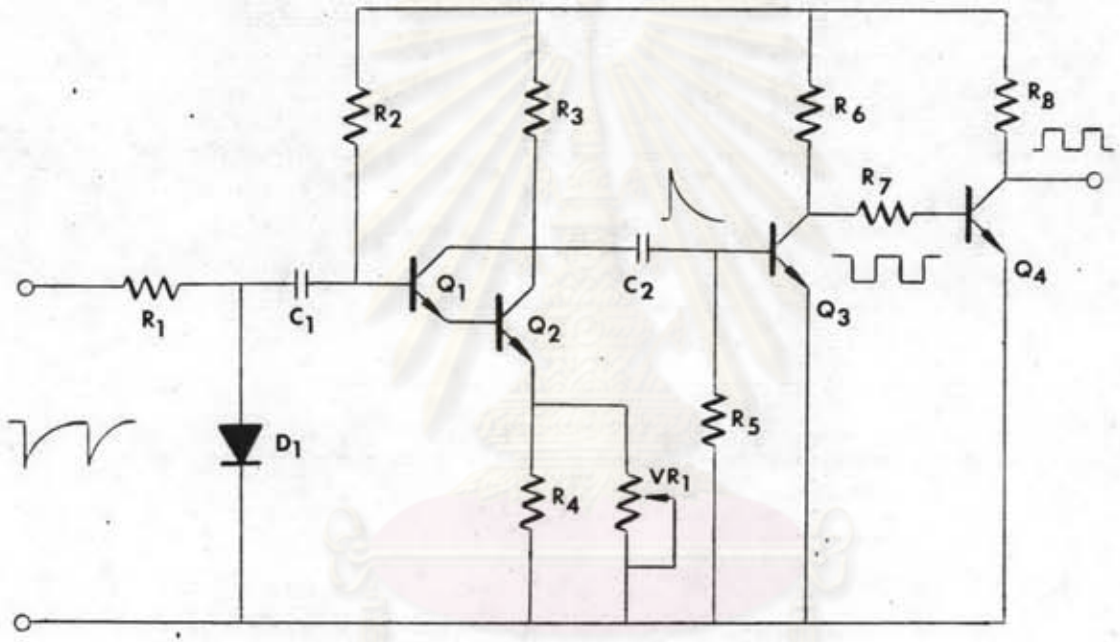
เนื่องจากสัญญานพัลส์ที่ได้จากหัววัดเป็นพัลส์ลบและมีระดับสัญญานต่ำ จึงต้องส่งผ่านสัญญานไปยังภาคขยาย ไดโอด(diode) D1 ทำหน้าที่ขลิบสัญญานช่วงบวกก่อนเข้าวงจรขยาย ซึ่งประกอบด้วยทรานซิสเตอร์ Q_1 และ Q_2 ต่อกันแบบดาร์ลิงตัน (Darlington) เพื่อเพิ่มกำลังการขยายสัญญานเอาท์พุทโดยวงจรขยายส่วนหน้าจะทำหน้าที่เปลี่ยนให้เป็นสัญญานบวก ดังนั้นสัญญานอินพุทที่ส่งผ่านมายังวงจรขยาย Q_3 จะมีค่าสูงมากพอ ที่จะทำให้ทรานซิสเตอร์ Q_3 ทำงาน โดยสัญญานเอาท์พุทที่ได้จากขาคอลเลคเตอร์ (collector) ของ Q_3 จะมีค่าระดับแรงดันเพิ่มและลดตามการเปลี่ยนแปลงของแรงดันอินพุทในลักษณะของการขยายแบบอินเวอร์ทิ่ง (inverting) หมายถึงให้ Q_3 ทำงานในช่วงคัทออฟ (cut off)และอิ่มตัว (saturation) หรือสวิทชิ่ง (switching) เพื่อให้ได้สัญญานเอาท์พุทเป็นรูปสี่เหลี่ยม โดยมีทรานซิสเตอร์ Q_4 ทำหน้าที่เป็นพัลส์อินเวอร์เตอร์ (pulse inverter) เพื่อสลับลูกคลื่นสัญญานให้ได้สัญญานรูปสี่เหลี่ยมที่มีความสูง 5 โวลท์ โดยความกว้างของสัญญาน ถูกกำหนดด้วยระดับแรงดันอินพุท (V_{BE}) ของสัญญานที่ป้อนเข้าที่ขาเบสของ Q_3

จากนั้นสัญญานที่ออกจากวงจรส่วนนี้จะถูกส่งต่อไปยังวงจรศูน 60 เพื่อให้ได้ความถี่เป็น 60 เท่าของสัญญานอินพุท

4.3 วงจรสร้างความถี่มาตรฐานเพื่อควบคุมกระบวนการทำงานด้วยเวลาและวงจรคูณความถี่ (รูป 4.3)

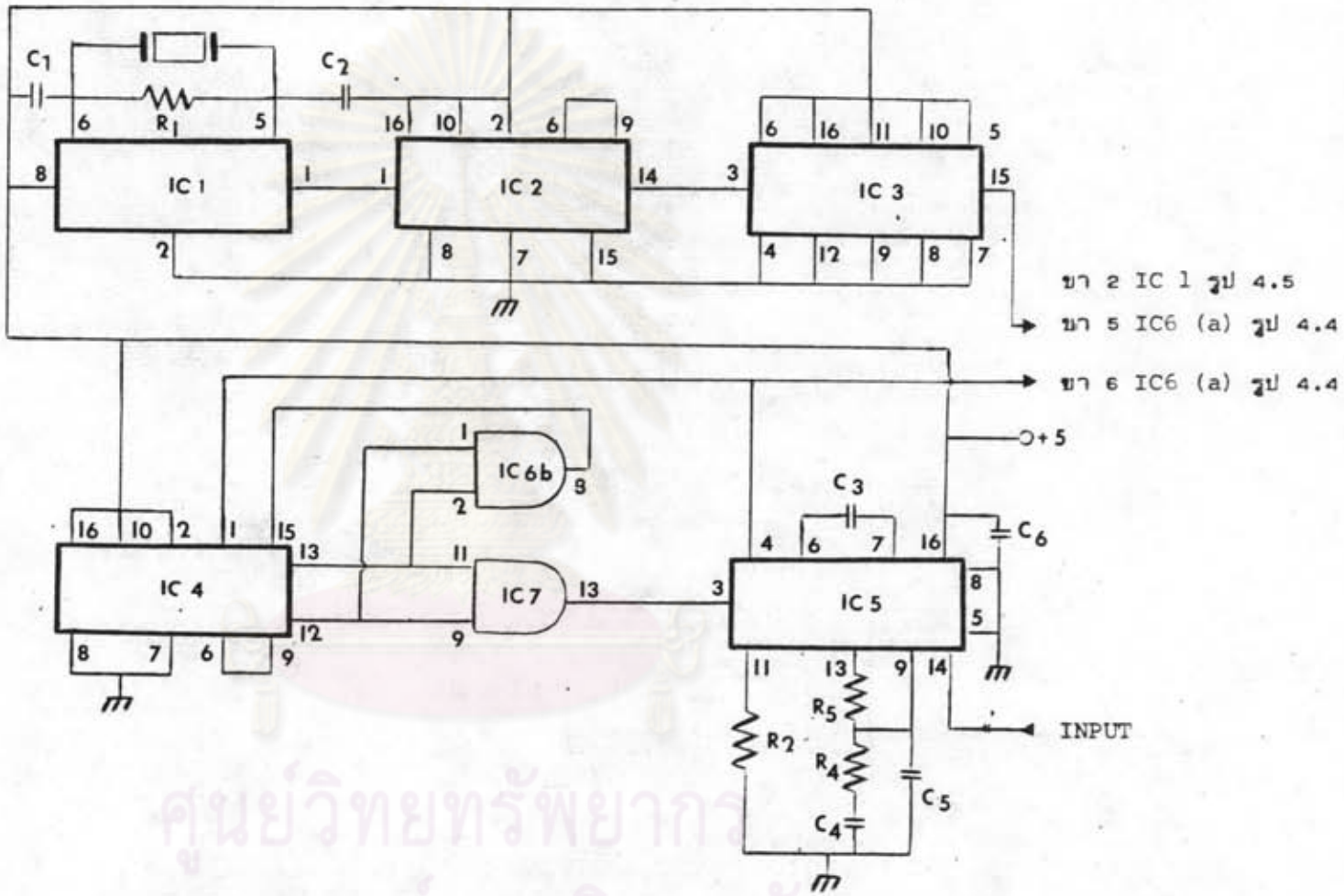
4.3.1 วงจรสร้างความถี่มาตรฐานเพื่อควบคุมกระบวนการทำงานด้วยเวลา

วงจรรวม IC_1 (programable oscillator/divider) ถูกต่อร่วมกับคริสตอล (crystol) 3.58 MHz ซึ่งประกอบด้วยวงจร RC (R_1, C_1, C_2) ที่ขา 5 และขา 6 เพื่อทำการแบ่งความถี่เป็นส่วน ๆ ทำให้ได้เอาท์พุทออกมาที่ขา 1 ของ IC_1 เท่ากับ 100 Hz ซึ่งจากความถี่ 100 Hz นี้ สามารถนำไปสร้างฐานเวลา 1 วินาทีให้กับวงจรนับได้โดยส่งผ่านความถี่ 100 Hz ที่ได้จากขา 1 ของ IC_1 ไปเข้าขา 1 ซึ่งเป็นขาอินพุทของ IC_2 โดยวงจร IC_2 ถูกต่อให้ทำหน้าที่หารความถี่ที่เข้ามาด้วย 100 เอาท์พุทที่ได้จากขา 14 ของ IC_2 จะมีความถี่ของสัญญานเท่ากับ 1 Hz ความถี่ 1 Hzนี้ เมื่อผ่าน IC_3 ซึ่งเป็น เจ-เค



รูป 4.2 วงจรขยายและแต่งสัญญาณ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 4.3 วงจรสร้างความถี่มาตรฐาน เพื่อควบคุมกระบวนการทำงานด้วย เวลาและวงจรคูณความถี่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ฟลิปฟลอป (J-K flip flop) ความถี่ของสัญญานจะถูกหาร 2 ดังนั้นเอาท์พุทที่ได้จากขา 15 ของ IC_3 จะแสดงลอจิก "1" เป็นเวลา 1 วินาที และลอจิก "0" อีก 1 วินาที ซึ่งสัญญานที่ออกจาก IC_3 นี้ คือฐานเวลา 1 วินาที ที่ถูกสร้างขึ้นใช้ในการปิดเปิดเกท เพื่อควบคุมการทำงานของวงจรนับ โดยจะถูกต่อเข้าขา 5 ของ $IC_{6(a)}$ (AND gate) ในวงจรภาคนับรังสี

4.3.2 <u>วงจรคูณความถี่</u>

สัญญานพัลส์ที่ได้จากวงจรขยายจะถูกทำให้มีความถี่เพิ่มขึ้น 60 เท่า เพื่อให้ค่าที่ได้จากวงจรนับเป็นค่าจำนวนนับใน 1 นาที โดยที่วงจรนับใช้เวลาในการนับเพียง 1 วินาที วงจรรวมที่ทำหน้าที่คูณความถี่ดังกล่าวนี้ คือ IC_5 (CD 4046) ซึ่งเป็นวงจรเฟสล็อกลูป (phase lock loop) ต่อร่วมกับ IC_4, $IC_{6(b)}$ และ IC_7 เพื่อให้วงจรคูณส่วนนี้สามารถคูณความถี่ได้ถึง 60 เท่า โดย IC_4, $IC_{6(b)}$ และ IC_7 จะทำหน้าที่เป็นวงจรหาร 60

ขา 14 ซึ่งเป็นขาอินพุทของ IC_5 จะถูกต่อกับเอาท์พุทจากวงจรขยาย ซึ่งสัญญานที่ได้จากวงจรขยายนี้ จะได้รับการแต่งสัญญานเป็นรูปสี่เหลี่ยมแล้ว ดังนั้นเมื่อมีสัญญานอินพุทเข้าที่ขา 14 ของ IC_5 สัญญานนี้จะได้รับการเปรียบเทียบเฟส (phase) จากวงจรเฟสคอมพาราเตอร์ (phase comparator) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวงจรรวม IC_5 ค่าเฟสที่แตกต่างกันนี้จะถูกสร้างเป็นแรงดันแล้วผ่านวงจรกรองความถี่ต่ำ R_5 และ C_5 เพื่อส่งไปควบคุมการทำงานของวงจรวีซีโอ ที่ขา 9 ซึ่งจะทำหน้าที่เปลี่ยนแรงดันให้เป็นความถี่โดยมี C_3 และ R_2 เป็นตัวกำหนดความถี่ของวงจร ดังนั้นเมื่อเลือกใช้ C_3 = 3300 pF และ R_2 = 10 kΩ ความถี่สามารถแปรค่าได้สูงสุดถึง 20 KHz สัญญานเอาท์พุทจากขา 4 ของวงจรวีซีโอ จะถูกนำมาเข้าขา 1 ของ IC_4 ซึ่งเป็นวงจรหาร 60 ต่อร่วมกับ IC_7 และ $IC_{6(b)}$ สัญญานที่ได้จากขา 13 ของ IC_7 ซึ่งเป็นสัญญานเอาท์พุทของวงจรหาร 60 จะอินเฟส (in phase) กับสัญญานอินพุท หรือมีความถี่เท่ากับสัญญานอินพุทเริ่มแรกของ IC_5 ดังนั้นเมื่อดึงเอาท์พุทจากขา 1 ของ IC_4 หรือขา 4 ของ IC_5 ซึ่งต่ออยู่ด้วยกันมาเข้าขา 6 ของ $IC_{6(a)}$ ในวงจรภาคนับรังสี ก็จะได้สัญญานพัลส์ที่มีความถี่ 60 เท่าของสัญญาอินพุทที่ได้จากวงจรขยาย ซึ่งสัญญานที่ได้นี้จะถูกส่งต่อไปเข้าวงจรนับตามช่วงเวลาการปิดเปิดเกท (gate) ของ $IC_{6(a)}$

4.4 ภาคนับรังสีและวงจรเปรียบเทียบ (รูป 4.4)

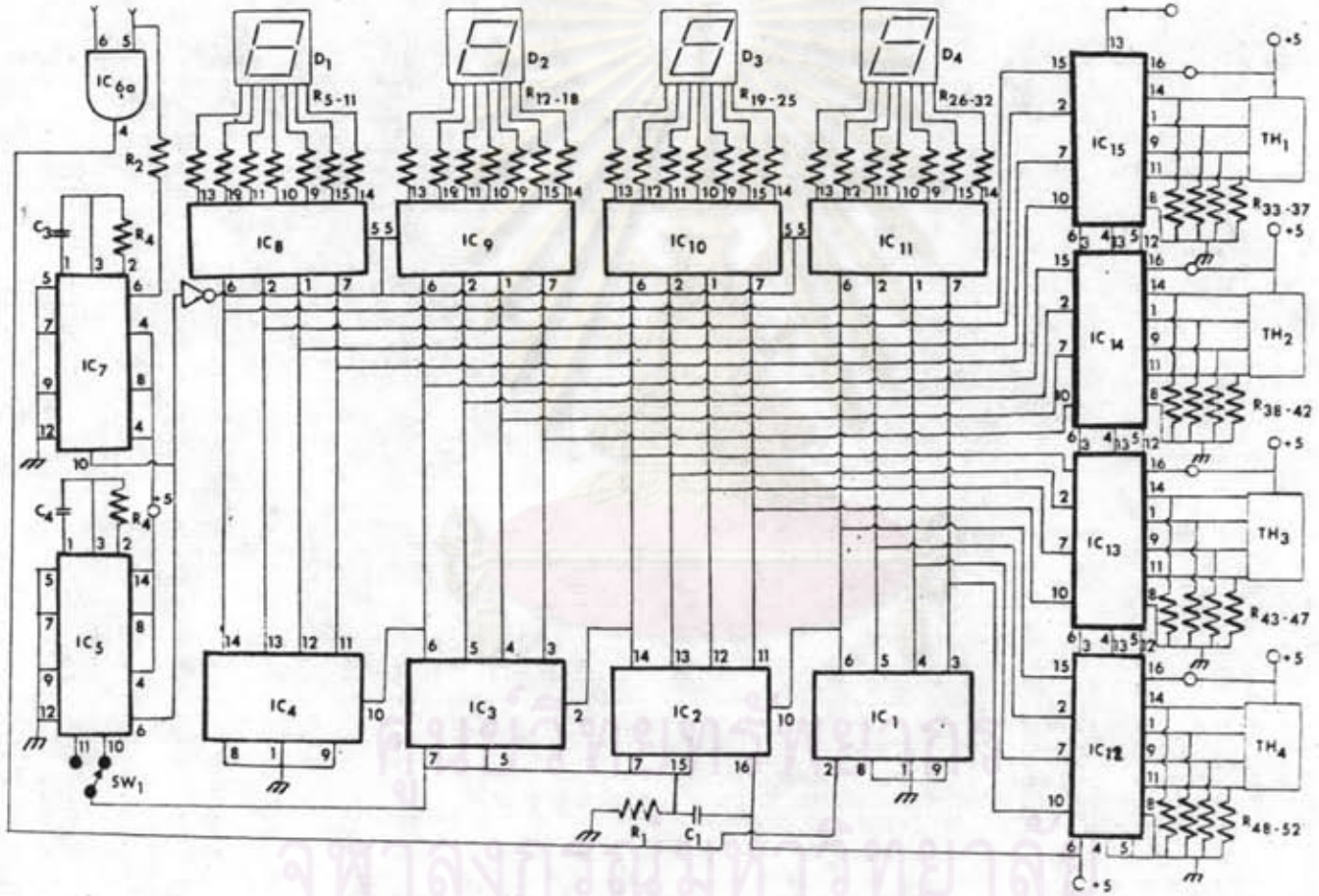
4.4.1 วงจรนับสิบและภาคแสดงผล

วงจรรวม IC_1 - IC_4 ทำหน้าที่เป็นวงจรนับสิบ 4 หลัก ต่อเชื่อมกันแบบคาสเคด (cascade) ซึ่งจะทำงานเมื่อพัลส์อินพุทที่เข้ามาเปลี่ยนสภาวะจากลอจิก "1" เป็น "0" โดยมี $IC_{6(a)}$ เป็นเกท(gate)ควบคุมการทำงานของวงจรนับสิบ โดยปล่อยให้พัลส์จากขา 4 มาเข้าวงจรนับเป็นช่วง ๆละ 1 วินาที IC_5 ซึ่งเป็นวงจรไมโนสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์ (mono-stable multivibrator) จะทำหน้าที่รีเซท (reset)วงจรนับทุก ๆวินาทีโดยต่อเข้ากับขารีเซท (ขา 7 และ 15) ของ IC_1 - IC_4และมีสวิทช์(SW_1)ต่อระหว่างขา 10 และขา 11 ของ IC_5 เพื่อเป็นตัวควบคุมขั้นตอนการลำดับสัญญาณเริ่มนับและหยุดนับของวงจรนับ นอกจากนี้ R_1 และC_1 จะทำหน้าที่รีเซทศูนย์โดยอัตโนมัติให้กับวงจรนับ เมื่อยังไม่มีคำสั่งให้นับ

IC_8, IC_9,IC_{10}, IC_{11} เป็นวงจรรวมที่ต่อเชื่อมกับเอาท์พุทของวงจรนับแต่ละหลักเพื่อทำหน้าที่ถอดรหัสและขับภาคแสดง 7 ส่วน (D_1-D_4)ซึ่งเป็น LEDชนิดคาโธดร่วม (common cathode) จะแสดงค่าของจำนวนนับทุก ๆ 1 วินาที โดยมี IC_7 ซึ่งต่อเชื่อมกับขา 5 ซึ่งเป็นขาแลทช์ (latch) ของ IC_8-IC_{11}ทำหน้าที่ควบคุมช่วงเวลาการแสดงตัวเลขค้างไว้ ทั้ง 4 หลัก ของ D_1-D_4

4.4.2 วงจรเปรียบเทียบ

IC_{12}, IC_{13} IC_{14}, IC_{15} เป็นวงจรรวมซึ่งทำหน้าที่เปรียบเทียบค่าที่นับได้จากวงจรนับกับค่าที่ตั้งไว้ที่ทัมบ์วีลสวิทช์ (thumwheel switch) ในระบบ BCD โดยจะทำการเปรียบเทียบพร้อมกันทั้ง 4 หลัก IC_{12}-IC_{15} จะทำการเปรียบเทียบตั้งแต่หลักหน่วย หลักสิบ หลักร้อย หลักพัน ตามลำดับ ซึ่งเอาท์พุทของวงจรนับแต่ละหลักตั้งแต่ IC_1-IC_4จะถูกต่อเป็นอินพุทของ IC_{12}-IC_{15}แต่เนื่องจากเอาท์พุทที่ได้จากวงจรนับเป็นเลข BCD ซึ่งมีขนาด 4 บิท ดังนั้นไอซีเปรียบเทียบทั้ง 4 ตัว จึงมีขาอินพุท 4 ขา (A_0, A_1, A_2, A_3) คือขา 10, 7, 2, 15 ตามลำดับ และค่าจำนวนตัวเลขที่ตั้งไว้ที่ทัมบ์วีลสวิทช์ (TH_1, TH_2, TH_3, TH_4) ในแต่ละหลักก็จะถูกต่อเชื่อมกับขา 11, 9, 1, 14 (B_0, B_1, B_2, B_3) โดยในการเปรียบเทียบพร้อมกันทั้ง 4 หลัก ตัวเปรียบเทียบทุกหลักจะต่อเชื่อมกันแบบคาสเคด (cascade) มีเอาท์พุท

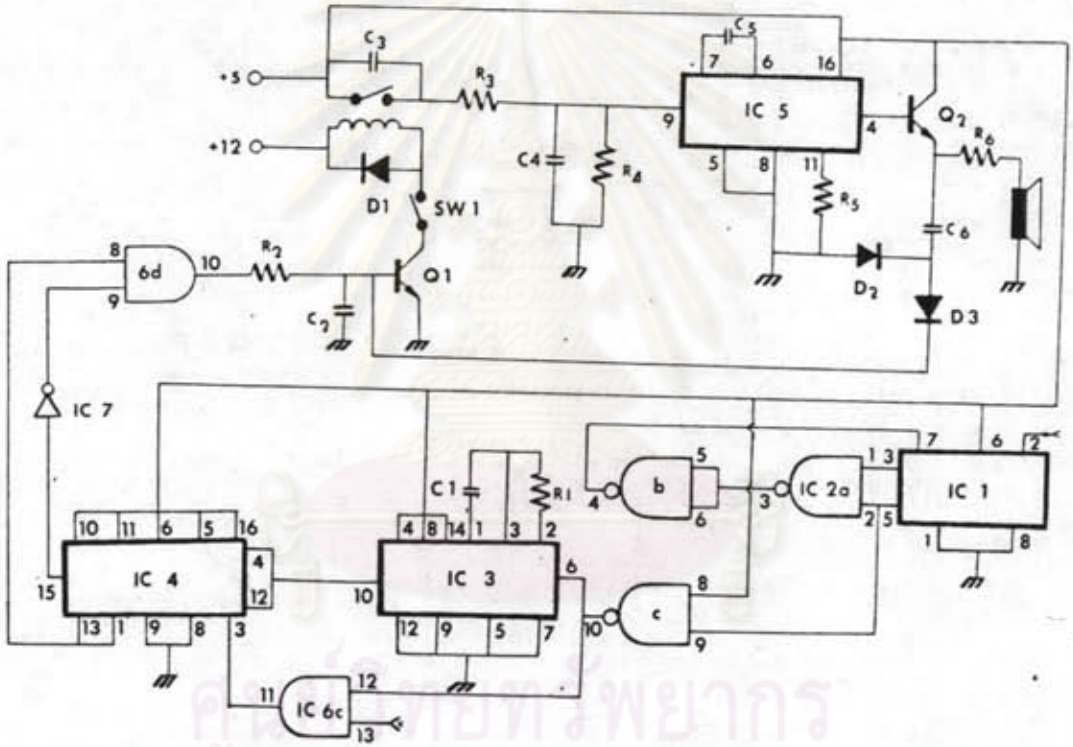


รูป 4.4 ภาคนับรังสีและวงจรเปรียบเทียบ

ออกที่หลักสุดท้ายคือหลักพัน (IC_{15}) ซึ่งเงื่อนไขที่ใช้ในการเปรียบเทียบครั้งนี้คือ A > B หมายถึง เมื่อจำนวนนับมีค่ามากกว่าค่าที่ตั้งไว้ที่ทัมบ์วีลสวิทช์ ดังนั้น ขา 13 ของ IC_{15} ซึ่งเป็นขาเอาท์พุท A > B จะถูกต่อไปยังวงจรเสียงปลุกเตือนโดยผ่านวงจรแก้แรนดอมดังกล่าวข้างต้น

4.5 <u>วงจรแก้แรนดอมและวงจรสัญญาณเตือนอันตราย</u> (รูป 4.5)

วงจรรวม IC_1 และ IC_2 ซึ่งถูกต่อเป็นวงจรหาร 5 จะทำหน้าที่หารความถี่ 0.5 Hz ที่ได้จากวงจรสร้างฐานเวลาเพื่อควบคุมการนับของวงจรนับ เอาท์พุทที่ได้จากวงจรหาร 5 ส่วนนี้ จะแสดงลอจิก "1" เป็นเวลา 9 วินาที และลอจิก "0" อีก 1 วินาที เพื่อควบคุมการปิดเปิดเกท (gate) โดยจะถูกส่งต่อไปเข้าขา 12 ของ $IC_{6(c)}$ ซึ่งเป็นแอนเกท (AND gate) ชนิด 2 อินพุท และขา 13 ของ $IC_{6(c)}$ เป็นอีกอินพุทหนึ่งจะรับสัญญาณที่ออกมาจากวงจรเปรียบเทียบ สัญญาณที่ผ่านเกท $IC_{6(c)}$ จะถูกส่งต่อมาเข้าขา 3 ของ IC_4 ซึ่งเป็นวงจรนับ 3 โดยมี IC_3 ทำหน้าที่ รีเซทวงจรนับ 3 ทุก ๆ 9 วินาที IC_3 จะเป็นวงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ (monostable multivibrator) รับสัญญาณจากวงจรหาร 5 ซึ่งจะทำงานที่ขอบขาลงของสัญญาณ ดังนั้น IC_4 ซึ่งประกอบด้วยฟลิปฟลอป (flip-flop) 2 ตัว ทำหน้าที่นับสัญญาณที่ออกจากวงจรเปรียบเทียบภายในเวลา 9 วินาที ได้ไม่ต่ำกว่า 3 ลูก จึงจะมีสัญญาณเอาท์พุทออกไปยังวงจรสัญญาณเตือนอันตรายโดยการนำเอาท์พุทจากฟลิปฟลอปทั้งสองส่วนมาเข้าเกท $IC_{6(d)}$ และเอาท์พุทจากขา 15 ของฟลิปฟลอปส่วนที่ 2 ก่อนเข้าเกทจะต้องผ่านอินเวอร์เตอร์ (inverter) คือ IC_7 เพื่อกลับเฟสของสัญญาณ ดังนั้นภายใน 9 วินาที ถ้ามีสัญญาณพัลส์ออกมาจากวงจรเปรียบเทียบไม่ต่ำกว่า 3 ลูกจะมีสัญญาณเอาท์พุทจาก $IC_{6(d)}$ ไปเข้าวงจรสัญญาณเตือนอันตรายโดยผ่านความต้านทาน R_2 และทรานซิสเตอร์ Q_2 เพื่อขับให้รีเลย์ (relay) ทำงาน ซึ่งรีเลย์ที่ใช้จะเป็นชนิด 2 คอนแทค (contact) ดังนั้นคอนแทคอันแรกซึ่งใช้ในลักษณะ NO(normally open) เพื่อเป็นส่วนต่อให้วงจรสัญญาณเตือนอันตรายทำงาน จะปิดเพื่อให้ไฟ +5 โวลท์ เข้าสู่วงจรโดยใช้ IC_5 ซึ่งเป็นวงจรกำเนิดสัญญาณโดยประยุกต์จากวงจรเฟสล็อกลูป ใช้เฉพาะส่วนของวงจรวีซีโอ(VCO)ทำหน้าที่เปลี่ยนความถี่ของสัญญาณโดยมี C_5 และ R_5 เป็นตัวกำหนดความถี่ของวงจร โดยสภาวะปกติเมื่อคอนแทคเปิดอยู่ C_5 จะไม่มีแรงดันประจุเข้ามา หมายถึงแรงดันที่ขาอินพุทของ IC_5 (ขา 9) เป็น 0 โวลท์ ความถี่เอาท์พุทจะได้ค่าต่ำค่าหนึ่งที่ขึ้นกับ R_5 แต่เมื่อรีเลย์ทำงานคอนแทคปิด แรงดันจาก Vcc = 5 โวลท์ จะประจุเข้าหา C_5 ทำให้ค่าแรงดัน



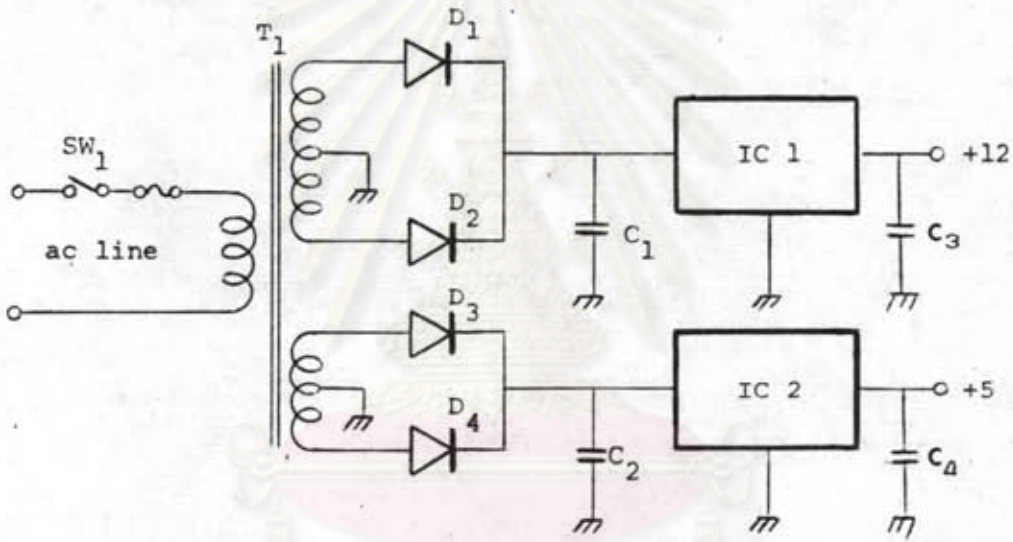
รูป 4.5 วงจรแก้แรนดอมและวงจรสัญญาณเตือนอันตราย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อินพุทต่อย ๆสูงขึ้น ซึ่งจะทำให้ความถี่เอาท์พุทสูงขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นสัญญานเอาท์พุทที่ออกจากขา 4 ของ IC_5 เมื่อผ่าน Q_2 และ R_6 ไปเข้าลำโพง จะมีลักษณะเป็นเสียงไซเรน ส่วนอีกคอนแทคหนึ่งของรีเลย์ซึ่งใช้ในลักษณะ NC(normally close) จะทำการตัดแหล่งจ่ายไฟสลับสำหรับเครื่อง X-ray พร้อมกันไปด้วย

4.6 <u>แหล่งจ่ายศักดาไฟฟ้าแรงต่ำ</u> (รูป 4.6)

หม้อแปลง T_1 ซึ่งถูกออกแบบให้ลดแรงดันจาก 220 โวลท์ เอซี เป็น 11 โวลท์ และ 6 โวลท์ เอซี โดยมีลักษณะการพันขดลวดทางด้านทุติยภูมิเป็น 2 ชุด มี เซ็นเตอร์แท็ป (center tap) ขดลวดแต่ละชุดจะต่อร่วมกับวงจรฟูลเวฟเรคติฟายเออร์ (full-wave rectifier) ซึ่งประกอบด้วยไดโอดวงจรละ 2 ตัว คือ D_1, D_2 และ D_3, D_4 โดยไดโอดแต่ละตัวจะนำกระแสในแต่ละครึ่งไซเคิล (cycle)ของไฟกระแสสลับและเนื่องจากแรงดันระหว่างขดปฐมภูมิ และขดทุติยภูมิมีเฟส (phase)ต่างกัน 180 องศา เมื่อมีแรงดันช่วงบวกและช่วงลบเข้ามายังขดปฐมภูมิไดโอด D_2, D_4 และ D_1, D_3 จะผลัดกันนำกระแสตามลำดับ ดังนั้นจะเกิดแรงดันตามจำนวนกระแสที่ไหลในลักษณะครึ่งลูกทางบวก โดยมีคาปาซิเตอร์ C_1 และ C_2 ทำหน้าที่ฟิลเตอร์ (filter) ให้กับวงจรแต่ละชุด ดังนั้นแรงดันไฟดีซี หลังจากผ่านการกรองริปเปิล (ripple) ด้วย C_1 และ C_2 แล้ว จะมีค่าเท่ากับ 15 โวลท์ และ 8 โวลท์ ตามลำดับ ดังนั้นเมื่อผ่าน IC_1 และ IC_2 ซึ่งเป็นวงจรรวมทำหน้าที่ควบคุมและปรับค่าแรงดัน (regulator) ให้มีค่าคงที่ ก็จะได้แรงดันทางด้านเอาท์พุทของวงจรแต่ละชุดเป็น 12 โวลท์ และ 5 โวลท์ เนื่องจากมีศักดาไฟฟ้าตกคร่อมวงจรปรับค่าแรงดัน(IC_1และ IC_2) ประมาณ 3 โวลท์



รูป 4.6 วงจรแหล่งจ่ายศักดาไฟฟ้าแรงต่ำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย