หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

วงจรต่อสัญญาณต่อโทรศัพท์

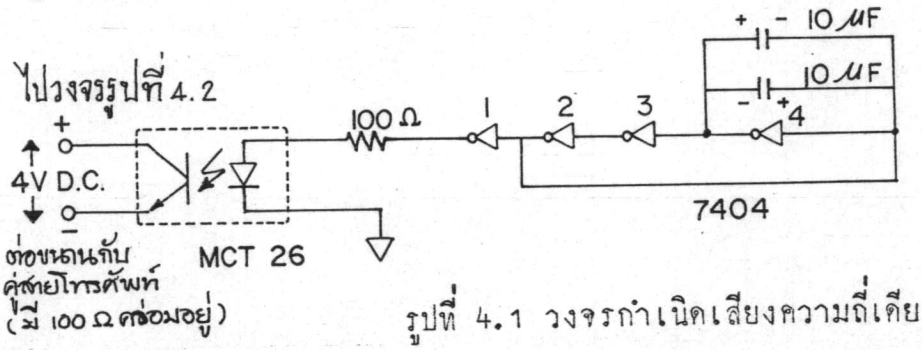
วงจรนี้ทำหน้าที่เสมือนพนักงานต่อโทรศัพท์ โดยใช้รีเลย์ทำหน้าที่แทนการยกหูโทรศัพท์ และใช้รีเลย์ทำหน้าที่ส่งสัญญาณพัลส์แทนการหมุนโทรศัพท์ มีวงจรกำเนิดเสียงความถี่เดียวแทนการพูด เมื่อรับโทรศัพท์จะได้ยินเสียงความถี่เดียวนี้เพื่อเป็นสัญญาณแทนการพูด เมื่อครบ 30 วินาที วงจรจะทำการวางโทรศัพท์เองโดยอัตโนมัติ

เมื่อไมโครโพรเซสเซอร์ประสงค์จะต่อโทรศัพท์ ก็จะส่งสัญญาณให้กับวงจรนี้เพื่อให้รีเลย์ทำการยกโทรศัพท์ (วงจรกำเนิดเสียงจะได้รับการต่อเข้ากับคู่สายโทรศัพท์ เมื่อรีเลย์ทำการยกหูโทรศัพท์) แล้วจะส่งสัญญาณให้กับรีเลย์ อีกชุดทำการสร้างพัลส์เพื่อต่อโทรศัพท์ไปยังหมายเลขที่ต้องการ ช่วงเวลาของพัลส์เหล่านี้อยู่ภายใต้การควบคุมของไมโครโพรเซสเซอร์โดยสิ้นเชิง

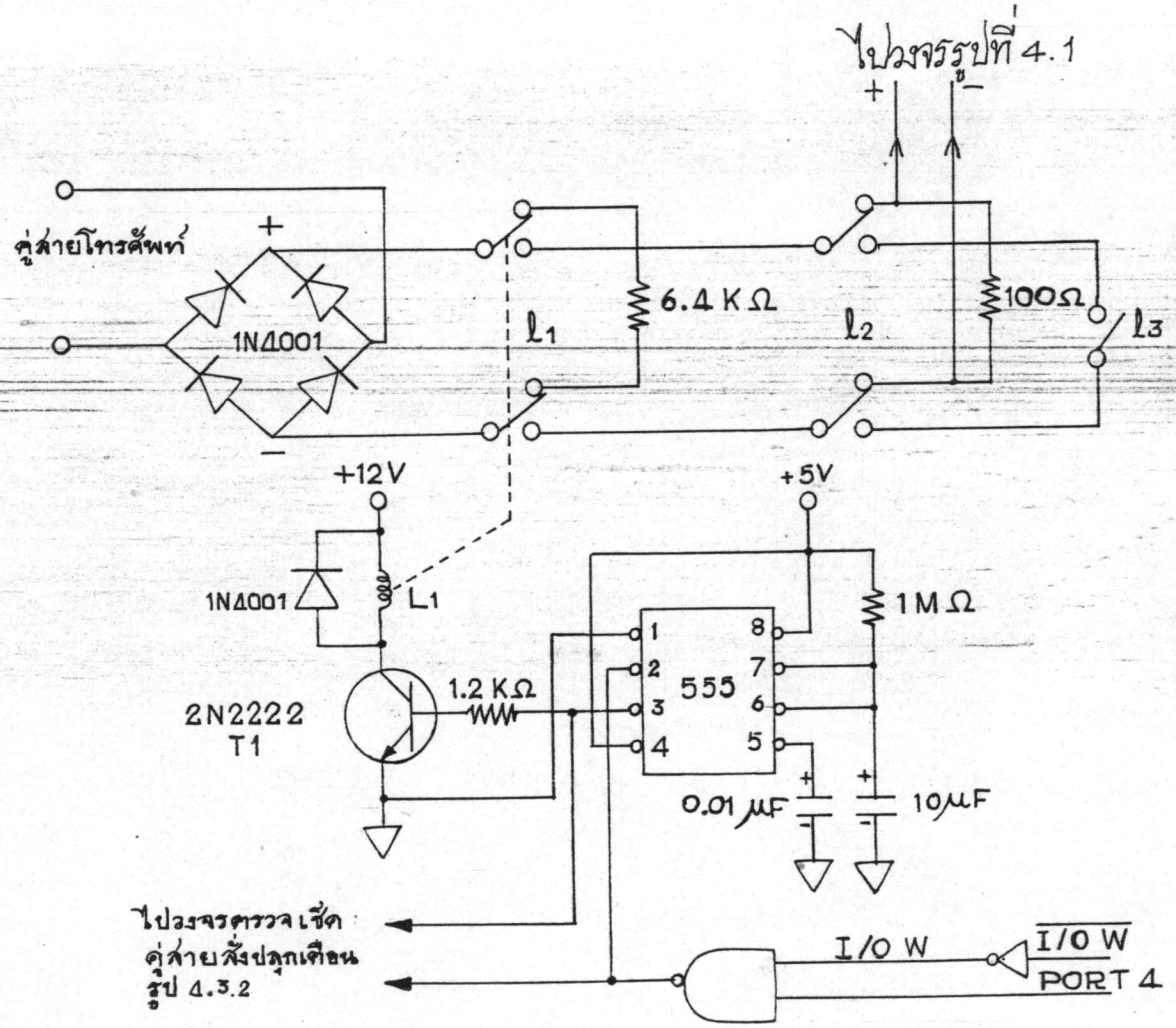
4.1 วงจรกำเนิดเสียงความถี่เดียว

จากรูป 4.1 เมื่อนำอินเวอร์ทเตอร์และตัวคาปาซิเตอร์ (Capacitor) มาต่อกันดังรูป จะทำให้เกิดสัญญาณรูปสี่เหลี่ยม (Square wave) ความถี่ประมาณ 1,000 เฮิรตซ์ขึ้นที่ทางออกของอินเวอร์ทเตอร์ตัวที่ 1 สัญญาณนี้เกิดจากการป้อนกลับ (Feed back) ของสัญญาณจากทางออกของอินเวอร์ทเตอร์ตัวที่ 2 ให้กับทางเข้าของอินเวอร์ทเตอร์ตัวที่ 4 ซึ่งมีตัวคาปาซิเตอร์ต่อคร่อมอยู่ ความถี่ของสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมซึ่งเกิดขึ้นนี้ ขึ้นอยู่กับค่าของตัวคาปาซิเตอร์และลักษณะสมบัติ (Characteristic) ของอินเวอร์ทเตอร์ตัวที่ 4 ถ้าค่าตัวคาปาซิเตอร์มากจะทำให้ความถี่ต่ำ ถ้าค่าตัวคาปาซิเตอร์น้อยจะทำให้ความถี่สูง

สัญญาณรูปสี่เหลี่ยมต่อกับออปโตไอโซเลเตอร์ (Optoisolator) โดยผ่านตัวต้านทาน 100 โอห์ม ทำให้เกิดกระแสไหลผ่านแอลอีดี (LED) แอลอีดีจะเปล่งแสงให้กับตัวดีเทคเตอร์ (Detector) และดีเทคเตอร์ก็จะนำกระแสถ้าความสว่างมากกระแสจะไหลมาก ถ้าความสว่างน้อยกระแสจะไหลน้อย เมื่อกระแสไหลผ่านแอลอีดีมากจะให้ความสว่างมาก เมื่อกระแสไหลผ่านแอลอีดีน้อยจะให้



รูปที่ 4.1 วงจรกำเนิดเสียงความถี่เดียว



รูปที่ 4.2 วงจรยกและวางโทรศัพท์

ความสว่างน้อย จะเห็นได้ว่าคู่สายโทรศัพท์ถูกแยกกับระบบนี้โดยใช้แสงสว่าง เป็นตัว เชื่อมต่อ

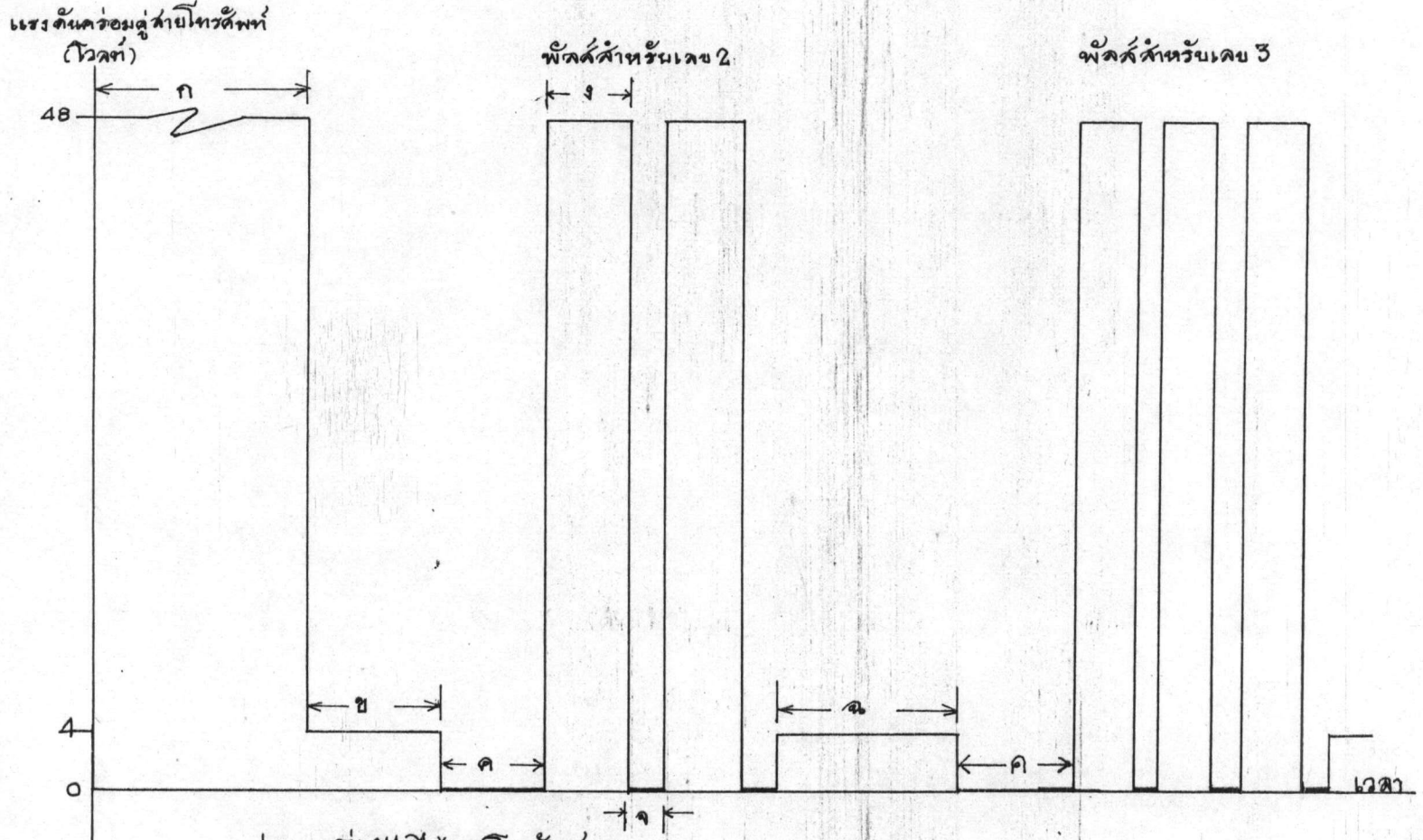
เมื่อดีเทคเตอร์นำกระแสด้วยความถี่ของสัญญาณที่เกิดขึ้นจะทำให้ผู้รับโทรศัพท์ได้ยินเสียงความถี่ที่เกิดขึ้นนั้น เพราะเมื่อผู้พูดโทรศัพท์พูด ไมโครโฟน (Microphone) ของโทรศัพท์จะเปลี่ยนค่าความต้านทานไปตามเสียงที่พูดซึ่งทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟซึ่งไหลอยู่ในสายโทรศัพท์ ทำให้ผู้รับได้ยินเสียง

4.2 วงจรยกและวาง โทรศัพท์

เมื่อต่อโทรศัพท์เข้ากับคู่สาย คู่สายจะถูกต่อเข้ากับวงจรของกริ่งโทรศัพท์ซึ่งมีอิพิแดนซ์ (Impendance) ประมาณ 6.4 K โอห์ม และวัดแรงดันกระแสตรงคร่อมคู่สายได้ประมาณ 48 โวลท์ เมื่อยกหูโทรศัพท์คู่สายจะได้รับการต่อเข้ากับวงจรรับส่ง ซึ่งมีอิมพิแดนซ์ประมาณ 100 โอห์ม และแรงดันกระแสตรงคร่อมคู่สายโทรศัพท์จะมีค่าประมาณ 4 โวลท์ จากคุณสมบัตินี้เราสามารถใช้ตัวต้านทานซึ่งมีค่า เท่ากับอิมพิแดนซ์ดังกล่าวต่อกับคู่สายโทรศัพท์แทนโทรศัพท์จริงได้

จากรูป 4.2 คู่สายโทรศัพท์จะต่อผ่านวงจรบริดจ์ (Bridge) เพื่อให้ดีเทคเตอร์ของออบโตไอโซเตอร์ในวงจรรูปที่ 4.1 ต่อกับคู่สายโทรศัพท์โดยมีขั้วบวกและลบที่แน่นอน คู่สายโทรศัพท์ถูกต่อกับตัวต้านทานโดยผ่านคอนแทคของ L1 ซึ่งเมื่อ L1 ไม่ทำงาน ค่าความต้านทาน 6.4 K โอห์ม จะถูกต่อเข้ากับคู่สายโทรศัพท์เพื่อใช้แทนค่าอิมพิแดนซ์ของกริ่งโทรศัพท์ซึ่งเปรียบเสมือนมีเครื่องโทรศัพท์เครื่องหนึ่งต่ออยู่กับคู่สาย เมื่อ L1 ทำงานคอนแทคจะต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับความต้านทาน 100 โอห์ม ซึ่งเปรียบเหมือนการยกหูโทรศัพท์

เมื่อไมโครโพรเซสเซอร์ต้องการต่อโทรศัพท์จะส่งสัญญาณควบคุมคือ สัญญาณ $\overline{\text{I/O W}}$ พร้อมกับสัญญาณเลือกพอร์ท 4 โดยสัญญาณ $\overline{\text{I/O W}}$ ผ่านอินเวอร์ทเตอร์เพื่อให้ได้สัญญาณ I/O W แนนด์ (NAND) กับสัญญาณเลือกพอร์ท แนนด์เกทจะให้สัญญาณขาออกเป็นพัลส์ลบ (Negative pluse) ซึ่งจะกระตุ้นให้ไอซี 555 ทำงาน โดย 555 จะให้สัญญาณขาออกที่ขา 3 เป็นแบบโมโนสเตเบิลพัลส์บวก (Positive pluse) ช่วงเวลา 30 วินาที สัญญาณนี้ต่อกับเบสของทรานซิสเตอร์ 2N2222 ผ่านตัวต้านทาน 1.2K โอห์ม ทำให้ T1 นำกระแสแบบสวิชชิ่ง (Switching) ทำให้รีเรย์ L1



ก. ช่วงเวลาซึ่งยังไม่ได้ยกหูโทรศัพท์

ข. ช่วงเวลาซึ่งยกหูโทรศัพท์เพื่อต่อโทรศัพท์ถึงเวลาที่เริ่มหมุน (≃ 2 วินาที)

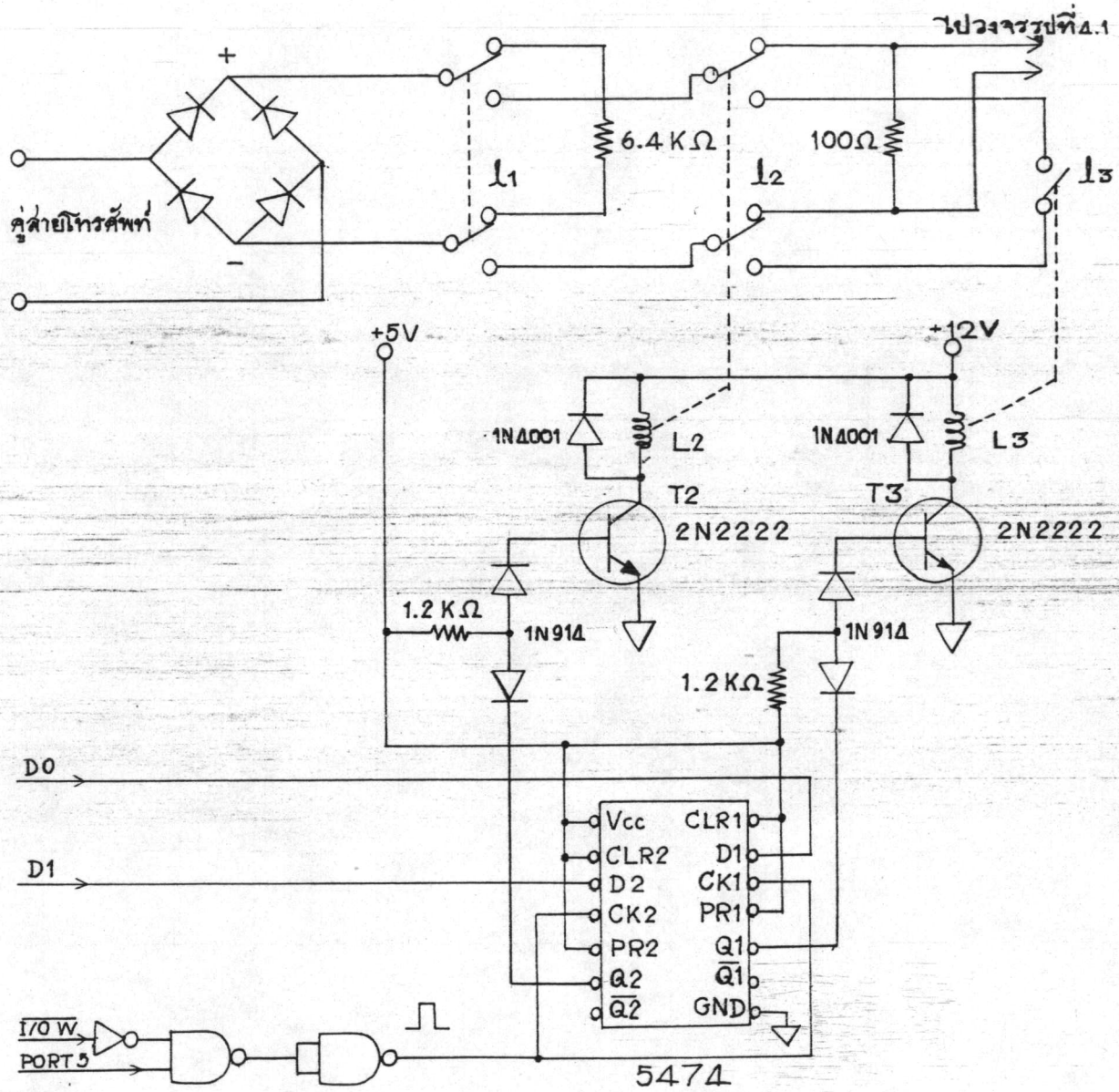
ค. ช่วงเวลาซึ่งเว้นหมุนโทรศัพท์จนถึงจุดหยุด = 100 ส่วนพันของวินาที

ง. ช่วงเวลาของพัลส์เมื่อคู่สายโทรศัพท์ถูกแยก = 66.66 ส่วนพันของวินาที

จ. ช่วงเวลาของพัลส์เมื่อคู่สายถูกต่อเข้าด้วยกัน = 33.33 ส่วนพันของวินาที

ฉ. ช่วงเวลาระหว่างการหมุนเลข = 400 ส่วนพันของวินาที

รูปที่ 4.3.1 ลักษณะของการสร้างพัลส์ต่อโทรศัพท์



รูปที่ 4.3.2 วงจรสร้างพัลส์ต่อโทรศัพท์

ทำงาน คอนแทคทั้งคู่ของ 11 จะทำหน้าที่ต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับความต้านทาน 100 โอมห์ ซึ่งการกระทำนี้เปรียบเสมือนการยกโทรศัพท์ของโทรศัพท์ธรรมดานั่นเอง

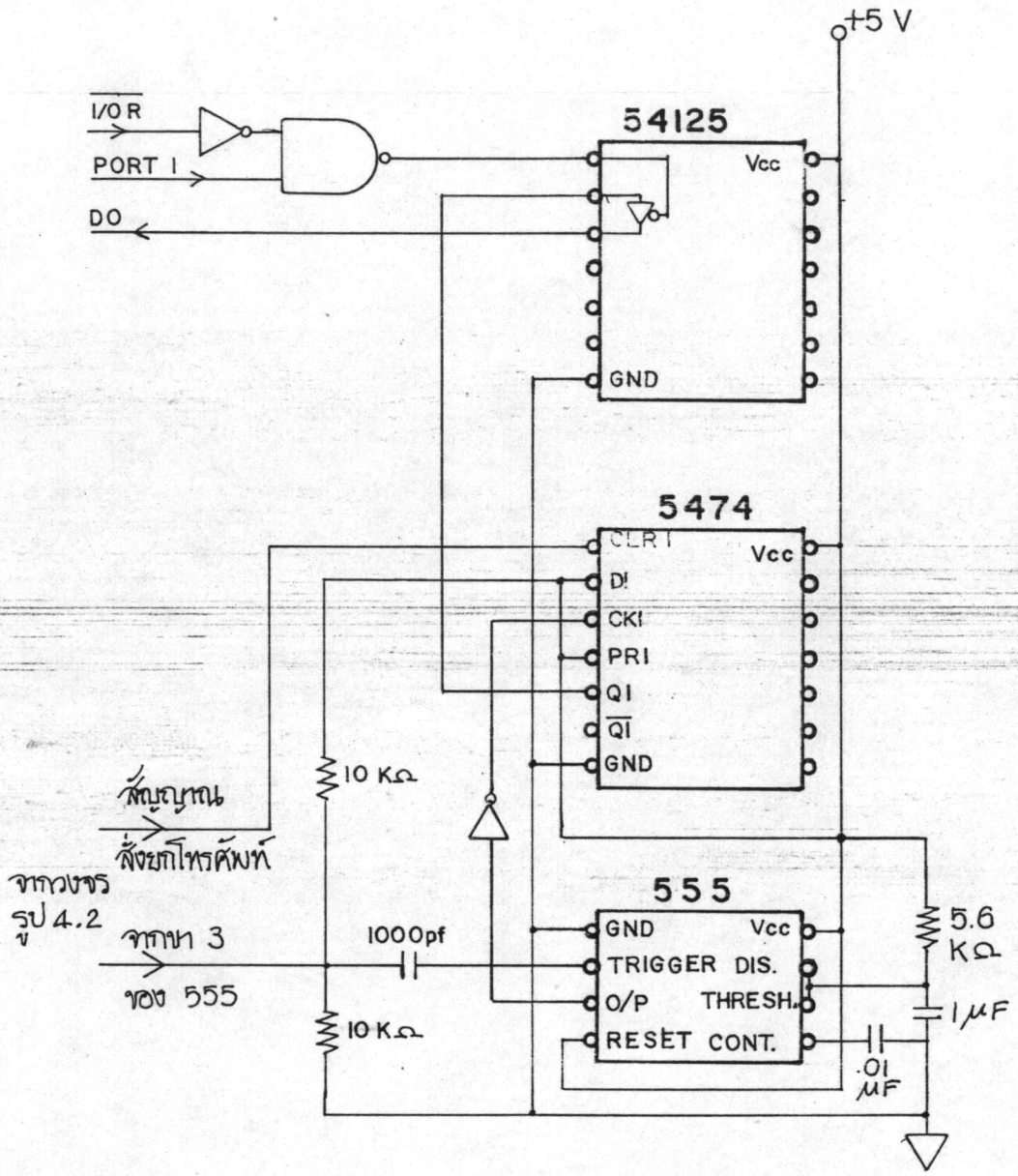
4.3 วงจรทำพัลส์ต่อโทรศัพท์

เมื่อยกหูโทรศัพท์ขึ้นจะได้ยินเสียง "สัญญาณให้หมุน" (แรงดันคร่อมคู่สาย 4 โวลท์) ก็เริ่มทำการหมุนโทรศัพท์ จากรูป 4.3.1 ช่วงที่เริ่มลากนิ้วเพื่อหมุนโทรศัพท์ ไดแอลเลอร์ (Dialer) จะทำหน้าที่ต่อสายโทรศัพท์เข้าด้วยกัน เมื่อปล่อยนิ้ว ไดแอลเลอร์ก็จะทำพัลส์จำนวนเท่ากับตัวเลขที่หมุน (ยกเว้นเลข 0 จะทำพัลส์ 10 ลูก) โดยการแยกสายและต่อสายโทรศัพท์ เมื่อสายโทรศัพท์ถูกแยกออกจากกันแรงดันคร่อมคู่สายจะมีค่า 48 โวลท์ เมื่อถูกต่อเข้าด้วยกันจะมีแรงดันคร่อมคู่สาย 0 โวลท์

จากคุณสมบัตินี้เราสามารถนำมาออกแบบเครื่องต่อโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้รีเลย์ทำงานแทนการหมุนของไดแอลเลอร์ได้ เพื่อให้ได้ลักษณะของการทำพัลส์ดังรูป 4.3.1

หลังจากที่ไมโครโพรเซสเซอร์ส่งสัญญาณควบคุมให้กับวงจรรูป 4.2 เพื่อทำการยกโทรศัพท์แล้ว ก็จะคอย 2 วินาที แล้วจึงส่งสัญญาณต่อโทรศัพท์เพื่อให้ได้ลักษณะพัลส์ดังรูป 4.3.1

จากรูป 4.3.2 เมื่อไมโครโพรเซสเซอร์ต้องการที่จะแยกคู่สายโทรศัพท์ จะส่งสัญญาณเลือกพอร์ที่ 5, DO เป็น "0" และ D1 เป็น "1" มาพร้อมกันสัญญาณ $\overline{\text{I/O W}}$ ซึ่งผ่านอินเวอร์ทเตอร์เพื่อให้ได้สัญญาณ I/O W แล้วได้รับการแอนด์ (AND) กับสัญญาณเลือกพอร์ทที่ 5 ทำให้ได้สัญญาณพัลส์บวกหนึ่งพัลส์ สัญญาณนี้ถูกป้อนให้กับขา CK ของฟลิบฟลอบ (Flip-flop) ทั้งสองตัวของไอซี 5474 เพื่อเก็บ (Latch) ค่าของ DO และ D1 ไว้ สัญญาณขาออกของ Q1 จะเป็น "0" และ Q2 จะเป็น "1" (DO เป็น "0", D1 เป็น "1") ดังนั้นรีเลย์จะถูกขับโดย T2 ทำให้คอนแทคทั้งคู่ของรีเลย์ทำงานทำให้คู่สายโทรศัพท์ถูกแยกเพราะรีเลย์ L3 ไม่ถูกขับ เนื่องจากสัญญาณขาออกของ Q1 และ Q2 มีกำลังไม่พอขับ T2 และ T3 จึงต้องใช้ตัวต้านทาน 1.2K โอมห์ ต่อไว้กับไฟ 5 โวลท์ เมื่อต้องการต่อคู่สายโทรศัพท์เข้าด้วยกัน ไมโครโพรเซสเซอร์ก็จะสั่งสัญญาณควบคุมดังกล่าวพร้อมกับสัญญาณ DO เป็น "1" และ D1 เป็น "1"



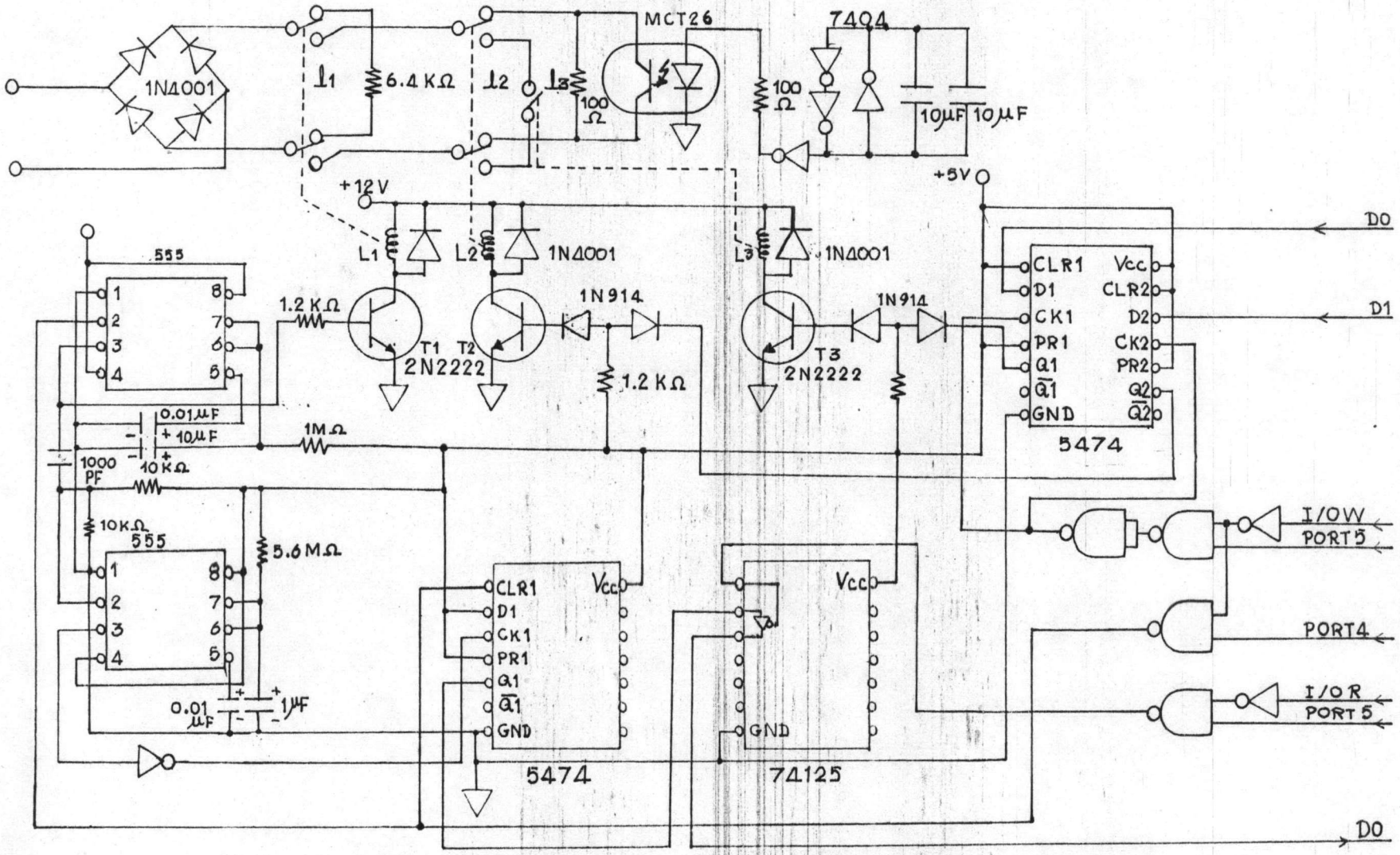
รูปที่ 4.4 วงจรตรวจเช็คคู่สายสั่งปลุกเตือน

เพื่อให้คอนแทค 12 และ 13 ต่อคู่สายโทรศัพท์เข้าด้วยกัน

ช่วงเวลาต่าง ๆ ของการยกหูโทรศัพท์และสร้างพัลส์เพื่อต่อโทรศัพท์นั้น อยู่ภายใต้การควบคุมของไมโครโพรเซสเซอร์ทั้งสิ้น

4.4 วงจรตรวจเช็คคู่สายสั่งปลุกเตือน

เมื่อไมโครโพรเซสเซอร์ส่งสัญญาณควบคุมให้กับวงจรรูป 4.2 เพื่อยกโทรศัพท์สัญญาณสั่งยกโทรศัพท์ (ซึ่งได้จากการแนนด์กันของสัญญาณ I/O W กับสัญญาณเลือกพอร์ท 4) จะถูกป้อนให้กับขา CLR1 ของไอซี 5474 ในวงจรรูป 4.4 ด้วย ฟลิบฟลอบของ 5474 จะถูกเคลียร์เพื่อให้ Q1 เป็น "0" Q1 ต่ออยู่กับสัญญาณขาเข้าของตัวขับ (Driver) ของไอซี 54125 ซึ่งเป็นไทรสเตท หากไมโครโพรเซสเซอร์ต้องการสั่งปลุกเตือน ก็จะส่งสัญญาณควบคุม $\overline{\text{I/O R}}$ และสัญญาณเลือกพอร์ท 1 เข้ามาเพื่อตรวจว่าโทรศัพท์ปลุกเตือนอยู่หรือไม่ สัญญาณ $\overline{\text{I/O R}}$ ผ่านอินเวอร์ทเตอร์จะได้สัญญาณ I/O R แล้วแนนด์กับสัญญาณเลือกพอร์ท 1 จะได้สัญญาณพัลส์ลบเพื่อป้อนให้กับตัวขับแบบไทรสเตท ตัวขับนี้ก็จะถูกเอ็นเนเบิลทำให้ไมโครโพรเซสเซอร์อ่านค่าจากบัสข้อมูลได้ เมื่อไมโครโพรเซสเซอร์พบว่าค่า DO นี้เป็น "0" ก็จะรู้ว่าโทรศัพท์กำลังทำการปลุกเตือนอยู่ ก็จะคอยตรวจสอบสัญญาณนี้อยู่เสมอจนกว่าจะเป็น "1" จึงจะสั่งปลุกเตือนครั้งต่อไป เมื่อวงจรรูป 4.2 ทำการวางหูสัญญาณขาออกขา 3 ของไอซี 555 จะเปลี่ยนจาก "1" เป็น "0" สัญญาณนี้ต่อไว้กับขา 2 ของไอซี 555 ในวงจรรูป 4.4 ผ่านตัวคาปาซิเตอร์ค่า 1,000 พิโคฟารัด (pf) สัญญาณที่ขา 2 จะถูกดึงลงเป็น "0" ชั่วครู่ซึ่งเพียงพอที่จะกระตุ้น 555 ให้ทำงานโดยส่งพัลส์บวกช่วงเวลา 1 วินาทีให้กับ CK1 ของ 5474 โดยผ่านอินเวอร์ทเตอร์ ซึ่งจะให้สัญญาณขาออกเป็นพัลส์ลบ เมื่อสัญญาณที่ CK1 เปลี่ยนจาก "0" เป็น "1" ฟลิบฟลอบของ 5474 ก็จะถูกเซ็ท (set) ทำให้ Q1 เป็น "1" ซึ่งแปลว่าโทรศัพท์ไม่ได้ทำการปลุกเตือนและพร้อมที่จะทำหน้าที่ปลุกเตือนชุดต่อไป เมื่อไมโครโพรเซสเซอร์ส่งสัญญาณควบคุมมาเพื่ออ่านค่า DO (ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น) ก็จะรู้ได้ว่าโทรศัพท์พร้อมที่จะทำการปลุกเตือนครั้งต่อไป



รูปที่ 4.5 วงจรส่งสัญญาณต่อโทรศัพท์