



บทที่ 9

การทดสอบโปรแกรมควบคุม

โปรแกรมควบคุมตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติที่ถูกพัฒนาขึ้นนี้ เป็นโปรแกรมควบคุมโปรแกรมที่จะนำมาทดสอบการทำงานกับตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติระบบดิจิทัล 256 พอร์ตซึ่งพัฒนาขึ้นในห้องปฏิบัติการวิจัยระบบไฟฟ้าสื่อสาร ต้นแบบของตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติที่มีลักษณะเป็นโครงร่าง (Rack) ที่สามารถเสียบการ์ดของหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารแบบต่าง ๆ ได้จำนวน 16 การ์ดต่อ 1 โครงร่าง

ต้นแบบของตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติระบบดิจิทัล 256 พอร์ตที่นำมาทดสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุมนี้ มีหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารแบบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. หน่วยเชื่อมโยงโทรศัพท์สายภายใน 1 หน่วย 8 คู่สาย
2. หน่วยเชื่อมโยงโทรศัพท์สายภายนอก 1 หน่วย 8 คู่สาย
3. หน่วยถอดรหัสสัญญาณ DTMF 1 หน่วย
4. หน่วยแลกเปลี่ยนช่องเวลา 1 หน่วย
5. หน่วยเชื่อมโยงโอเปอเรเตอร์
6. หน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารแบบอะซิงโครนัส
7. หน่วยเชื่อมโยงหน่วยควบคุม

ตามที่กล่าวมาแล้ว โปรแกรมควบคุมจะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ โปรแกรมควบคุมบนหน่วยควบคุมหลัก และโปรแกรมควบคุมบนหน่วยควบคุมย่อย การพัฒนาโปรแกรมควบคุมนี้ เริ่มด้วยการพัฒนาโปรแกรมควบคุมส่วนไบออสและฟังก์ชันที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของหน่วยเชื่อมโยงหน่วยควบคุมก่อน เนื่องจากเป็นส่วนที่จำเป็นต่อการสั่งงานของระบบ โดยได้เขียนโปรแกรมขึ้นทำการทดสอบการทำงานของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดต่อไป หลังจากการพัฒนาไบออสและฟังก์ชันบริการของหน่วยเชื่อมโยงหน่วยควบคุมแล้ว ได้เริ่มพัฒนาโปรแกรมควบคุมหน่วยควบคุมย่อยที่ทำหน้าที่ควบคุมหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารแบบต่าง ๆ ขึ้นตามลำดับ จากนั้นจะเริ่มทำการทดสอบโปรแกรมควบคุมย่อยบนการ์ดหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารแบบต่าง ๆ โดยอาศัยโปรแกรมทดสอบที่เขียนขึ้นด้วยภาษา C หลังจากทำการทดสอบโปรแกรมควบคุมบนหน่วยควบคุมแล้ว ได้ทำการพัฒนาโปรแกรมควบคุมบนหน่วยควบคุมหลักและทำการทดสอบโปรแกรมดังกล่าวในหัวข้อต่อไป

9.1 การทดสอบโปรแกรมควบคุมบนหน่วยเชื่อมโยงหน่วยควบคุม

เมื่อได้มีการพัฒนาต้นแบบเสร็จสมบูรณ์แล้ว ได้มีการเขียนโปรแกรมทดสอบบนหน่วยควบคุมหลักด้วยภาษา C และโปรแกรมทดสอบบนหน่วยควบคุมย่อยต่าง ๆ ด้วยภาษาแอสเซมบลี โปรแกรมทดสอบที่เขียนขึ้นมาใช้ในการทดสอบฮาร์ดแวร์ต้นแบบ และบางส่วนของโปรแกรมจะถูกนำมาใช้งานเป็นไบออสและฟังก์ชันบริการที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างหน่วยควบคุมหลักและหน่วยควบคุมย่อยต่อไป การติดต่อสื่อสารระหว่างหน่วยควบคุมหลักและหน่วยควบคุมย่อยนี้จะมีการรับส่งข้อมูลเป็นบล็อก ๆ ละ 3 ไบต์ ในแต่ละบล็อกจะมีข้อมูลไบต์แรกเป็นคำสั่ง และไบต์ต่อมา 2 ไบต์เป็นข้อมูลการติดต่อสื่อสารที่เกิดแต่ละครั้งจะมีการรับส่งข้อมูลได้ตั้งแต่ 1 บล็อก แต่ไม่เกิน 80 บล็อก (240 ไบต์)

ในการทดสอบการทำงานของหน่วยเชื่อมโยงหน่วยควบคุมได้ใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นทำการทดสอบการทำงาน ซึ่งสามารถสรุปผลการทดสอบได้ดังต่อไปนี้

1. การทดสอบหน่วยความจำร่วมบนหน่วยเชื่อมโยงหน่วยควบคุม ได้มีการเขียนข้อมูล 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 และ 128 ตามลำดับ ลงในหน่วยความจำร่วมที่อยู่บนหน่วยเชื่อมโยงหน่วยควบคุมจำนวน 2 กิโลไบต์ แล้วทำการอ่านค่ามาตรวจสอบความถูกต้อง ผลการทดสอบคือ สามารถอ่านและเขียนค่าต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องในเวลาอันรวดเร็ว

2. การทดสอบการส่งข้อมูลจากหน่วยควบคุมหลักไปยังหน่วยควบคุมย่อย การทดสอบนี้ได้มีการส่งข้อมูลที่ป้อนเข้าไปตามจำนวนบล็อกที่กำหนดไว้ ส่งไปยังหน่วยควบคุมย่อยในตำแหน่งที่กำหนด แล้วทำการอ่านค่าข้อมูลที่ส่งไป (ซึ่งเก็บไว้ในหน่วยความจำร่วมนี้) กลับมาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ฟังก์ชันการทดสอบนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้เป็นฟังก์ชันทดสอบที่จะใช้ส่งคำสั่งควบคุมไปยังการทำงานของหน่วยควบคุมย่อยตามที่กำหนด ผลการทดสอบฟังก์ชันนี้คือหน่วยควบคุมย่อยสามารถรับคำสั่งต่าง ๆ ที่ส่งมาได้อย่างถูกต้อง

3. การทดสอบการรับข้อมูลจากหน่วยควบคุมย่อย การทดสอบนี้ใช้ร่วมกับการทดสอบในข้อ 2 โดยในการทดสอบการทำงานจริงได้มีการเขียนโปรแกรมทดสอบบนหน่วยควบคุมย่อยให้ทำการรับค่าจากหน่วยควบคุมหลัก แล้วส่งข้อมูลเดิมที่รับไว้กลับมายังหน่วยควบคุมหลักอีกทีหนึ่ง โดยจะนำมาแสดงออกทางจอภาพ การทดสอบทั้งสองหัวข้อนี้ทำให้สามารถพัฒนาขั้นตอนการติดต่อสื่อสารระหว่างหน่วยควบคุมให้มีประสิทธิภาพขึ้น

4. พังกัชนีการทดสอบการรับส่งข้อมูลจำนวนมาก โดยระหว่างการทดสอบจะมีการส่งข้อมูลจำนวน 240 ไบต์ จากหน่วยควบคุมหลักไปยังหน่วยควบคุมย่อยและทำการรับข้อมูลเหล่านี้กลับมาจากหน่วยควบคุมย่อยพร้อมทั้งตรวจสอบความผิดพลาด ในการทดสอบจะทำการรับส่งข้อมูลเหล่านี้ 1024 ชุด ต่อ 1 ครั้ง ระหว่างการทดสอบจะกำหนดจำนวนครั้งในการทดสอบได้ แล้วจะทำการจับเวลาหาค่าเฉลี่ยในการรับส่งข้อมูลออกมา ผลการทดสอบพบว่า การรับส่งข้อมูลได้ 240 ไบต์ 1024 ชุด ใช้เวลาโดยเฉลี่ย 28 วินาที ซึ่งเป็นเวลาที่น่าพอใจ

5. การทดสอบเวลาในการสอบถามหมายเลขอุปกรณ์ 2048 ครั้ง โดยหน่วยควบคุมหลักจะทำการสอบถามหมายเลขอุปกรณ์พร้อมทั้งรอรับคำตอบจากหน่วยควบคุมย่อย ผลการทดสอบพบว่าสามารถสอบถามหมายเลขอุปกรณ์ 2048 ครั้ง ภายใน 22 วินาที ซึ่งเป็นเวลาที่รวดเร็วพอเพียงในการตรวจสอบการส่งข้อมูลจากหน่วยควบคุมหลัก

การทดสอบหน่วยเชื่อมโยงหน่วยควบคุมนี้ มีจุดมุ่งหมายหลักในการพัฒนาและทดสอบการจัดขั้นตอนต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการติดต่อของหน่วยควบคุมย่อยกับหน่วยควบคุมหลัก เพื่อหาขั้นที่เหมาะสมต่อการใช้งาน ทำให้สามารถกำหนดขั้นตอนสื่อสารที่ถูกต้องรวดเร็วขึ้นได้ และจะมีการพัฒนาไบออสและฟังก์ชันบริการที่ใช้การติดต่อสื่อสารระหว่างหน่วยควบคุมขึ้น เพื่อนำไปใช้งานจริงในโปรแกรมควบคุมด้วย

9.2 การทดสอบโปรแกรมควบคุมหน่วยเชื่อมโยงโทรศัพท์สายภายใน

หลังจากการพัฒนาโปรแกรมควบคุมหน่วยเชื่อมโยงโทรศัพท์สายภายในขึ้นแล้ว ได้มีการทดสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุมหน่วยควบคุมย่อยหน่วยนี้ โดยทำการพัฒนาโปรแกรมทดสอบขึ้น ซึ่งมีการทดสอบต่าง ๆ และผลการทดสอบแบ่งออกเป็นข้อ ๆ ดังต่อไปนี้

1. การทดสอบการรีเซ็ตการทำงานของหน่วยควบคุมย่อย สามารถทำการรีเซ็ตการทำงานของหน่วยควบคุมย่อยในสล๊อตที่กำหนดได้

2. การตรวจสอบหมายเลขอุปกรณ์ โปรแกรมในหน่วยควบคุมย่อยสามารถตอบสนองต่อคำสั่งตรวจสอบหมายเลขอุปกรณ์ได้ โดยการส่งหมายเลขอุปกรณ์กลับมายังหน่วยควบคุมหลักเมื่อได้รับคำสั่งไป

3. การรับรายงานงานจากหน่วยควบคุมหลัก ในการทดสอบนี้จะทำการรอรับข้อมูลที่ส่งมาจากหน่วยควบคุมย่อยเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น ผลการทดสอบคือ โปรแกรมควบคุมของหน่วยเชื่อมโยงโทรศัพท์สายภายในสามารถตรวจพบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นซึ่งได้แก่ การยกหู, การวางหู, การแฟลช, การหมุนหมายเลขแบบพัลส์ของโทรศัพท์ทั้ง 8 เครื่องที่ควบ

คุมอยู่ได้ และสามารถรายงานผลมายังหน่วยควบคุมหลักได้อย่างถูกต้อง

4. การทดสอบการโปรแกรมการใช้ช่องสัญญาณเวลา และ เส้นสัญญาณร่วม การทดสอบนี้ต้องอาศัยหน่วยแลกเปลี่ยนช่อง เวลาในการทดสอบด้วย โดยได้ผลการทดสอบว่า สามารถโปรแกรมการใช้ช่อง เวลา และ เส้นสัญญาณร่วมทำให้โทรศัพท์ 2 เครื่องติดต่อกันได้

5. การทดสอบการเปิดปิดสัญญาณกระดิ่ง การทดสอบสามารถส่งคำสั่ง เปิดปิดสัญญาณกระดิ่ง ไปควบคุมการทำงาน ทำให้มีการเปิดปิดสัญญาณกระดิ่งของเครื่องโทรศัพท์ใด ๆ ได้ตามต้องการ

6. การทดสอบการทำงานโดยรวม จะมีการส่งคำสั่งไปยังหน่วย เชื่อมโยงโทรศัพท์ สายภายใน ให้ทำงานในสภาวะทดสอบ ซึ่งสามารถหมุนหมายเลขติดต่อกันได้เองภายในหน่วย เชื่อมโยงเดียวกัน และสามารถติดต่อกันได้ เหมือนกับขั้นตอนการติดต่อโดยปกติ โดยจะหมุน หมายเลขเพียง 1 หมายเลข เพื่อติดต่อไปยังโทรศัพท์เครื่องอื่น ๆ ที่อยู่ในหน่วยเดียวกัน

ในการทดสอบได้มีการทดสอบการยกหู, วางหู, การหมุน พร้อม ๆ กันทั้ง 8 เครื่อง หน่วยควบคุมย่อยก็สามารถควบคุมการ เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้โดยไม่มีข้อผิดพลาด และได้มีการสั่งงานให้ทำการเปิดปิดสัญญาณกระดิ่งพร้อม ๆ กัน ซึ่งผลที่ได้คือ โปรแกรมควบคุมสามารถทำงานได้ตามปกติ

ปัญหาที่พบระหว่างการทดสอบคือ ระหว่างการทดสอบการเปิดปิดสัญญาณกระดิ่งได้ กำหนดคาบเวลาการเปิดปิดให้มีการเปิดและปิดสัญญาณพร้อม ๆ กัน ซึ่งได้ทำการแก้ไขโดยการ เพิ่มตัวแปรในการเก็บสภาวะการ เปิดปิดสัญญาณกระดิ่งขึ้น ทำให้สามารถสั่งให้โทรศัพท์มี การเปิดปิดสัญญาณกระดิ่งไม่พร้อมกันได้

ปัญหาที่พบเกี่ยวกับโปรแกรมควบคุมหน่วย เชื่อมโยงโทรศัพท์สายภายในนี้ ระหว่าง การพัฒนาโปรแกรมควบคุมของหน่วยควบคุมหลักคือ ไม่มีคำสั่งให้หน่วย เชื่อมโยงโทรศัพท์สาย ภายในทำการเปิดสัญญาณกระดิ่งสั้น ๆ 1 ครั้ง ซึ่งจะต้องมีการเรียกใช้ระหว่างการให้บริการ พิเศษการฝากสาย ซึ่งได้เพิ่มเติมโปรแกรมในภายหลังเรียบร้อยแล้ว

9.3 การทดสอบโปรแกรมควบคุมโทรศัพท์สายภายนอก

การทดสอบโปรแกรมควบคุมโทรศัพท์สายภายนอก ได้อาศัยโปรแกรมทดสอบที่เขียน ขึ้นขึ้นมา เนื่องจากหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารแบบต่าง ๆ ที่พัฒนาขึ้นภายหลังหน่วยเชื่อมโยง โทรศัพท์สายภายในมีหน่วยควบคุมย่อยที่ เหมือนกับหน่วย เชื่อมโยงโทรศัพท์สายภายใน ดังนั้นคำสั่งพื้นฐานได้แก่ การรีเซ็ตหน่วยควบคุม, การตรวจสอบหมายเลขอุปกรณ์การโปรแกรมการใช้

งานช่วงเวลาและเส้นสัญญาณร่วม ฟังก์ชันเหล่านี้ได้นำเอาไบออสและฟังก์ชันบริการที่พัฒนาขึ้นระหว่างการพัฒนาโปรแกรมควบคุมหน่วยเชื่อมโยงโทรศัพท์สายภายในมาใช้งานได้เลยโดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงใด ๆ ดังนั้นในหัวข้อนี้และหัวข้อต่อไปจะไม่กล่าวถึงการทดสอบการทำงานของคำสั่งพื้นฐานเหล่านี้ต่อไป จะกล่าวถึงคำสั่งโดยที่พัฒนาขึ้นใหม่เลย

ฟังก์ชันการทดสอบที่ใช้ทดสอบโปรแกรมหน่วยเชื่อมโยงโทรศัพท์สายภายนอกและผลการทดสอบมีดังต่อไปนี้

1. การทดสอบการยกหู, วางหูโทรศัพท์สายภายนอก สามารถควบคุมการยกหูวางหูของโทรศัพท์สายภายนอกได้ตามต้องการ โดยการส่งคำสั่งจากหน่วยควบคุมหลักผ่านไปยังหน่วยควบคุมย่อย
2. การหมุนหมายเลขแบบพัลส์ สามารถกำเนิดพัลส์การหมุนหมายเลขตามที่ต้องการได้
3. การตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง เมื่อมีสัญญาณกระดิ่งดังขึ้นหน่วยควบคุมย่อยสามารถทำการตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งและรายงานไปยังหน่วยควบคุมหลักได้

ปัญหาที่พบในการทดสอบคือ หากมีการยกเลิกการเรียกสายก่อนจะมีการยกหูเพื่อรับโทรศัพท์ โปรแกรมควบคุมไม่สามารถรายงานการยกเลิกได้ จึงได้มีการเพิ่มเติมโปรแกรมให้สามารถรายงานการยกเลิกสัญญาณกระดิ่งได้ด้วย

9.4 การทดสอบโปรแกรมควบคุมหน่วยแลกเปลี่ยนช่วงเวลา

หน่วยแลกเปลี่ยนช่วงเวลานอกจากมีหน้าที่ในการจัดการตัดต่อช่วงเวลาแล้ว ยังมีหน้าที่ในการจัดส่งสัญญาณโทนต่าง ๆ ที่ใช้ในระหว่างการติดต่อสื่อสารด้วย โปรแกรมที่ใช้ในการทดสอบโปรแกรมควบคุมหน่วยแลกเปลี่ยนช่วงเวลา มีฟังก์ชันการทดสอบดังต่อไปนี้

1. การทดสอบเคลียร์ค่าในหน่วยความจำที่ควบคุมการตัดต่อช่วงเวลา การทดสอบนี้จะทำการตั้งค่าเริ่มต้นให้กับหน่วยความจำที่ทำหน้าที่ตัดต่อช่วงเวลา (Speech Control Ram) โดยระหว่างการทดสอบได้ใช้ IN-CIRCUIT DEBUGGER ZICE-Z80 เป็นตัวตรวจสอบค่าหน่วยความจำ พบว่าค่าในหน่วยความจำนี้ถูกตั้งเป็นค่าเริ่มต้นใหม่ได้ทั้งหมด
2. การทดสอบการตัดต่อช่วงเวลา การทดสอบนี้ใช้ทดสอบคำสั่งให้ตัดต่อช่วงเวลา การทดสอบได้ส่งสัญญาณมาจากโทรศัพท์ที่ต่อผ่านหน่วยเชื่อมโยงโทรศัพท์สายภายใน 2 เครื่อง แล้วสั่งการทำงานให้มีการตัดต่อช่วงเวลาของโทรศัพท์ 2 เครื่องเข้าหากัน แล้วจึงทดสอบการพูดคุยผ่านโทรศัพท์ทั้งสอง ได้ผลการทดสอบว่าสามารถตัดต่อช่วงเวลาได้ตามที่กำหนด

3. การทดสอบจัดส่งสัญญาณโทนต่าง ๆ พังก์ชันการทดสอบได้ทำการส่งคำสั่งจัดส่งสัญญาณโทนต่าง ๆ ไปยังเครื่องโทรศัพท์ ซึ่งสามารถจัดส่งสัญญาณเสียงต่าง ๆ ไปยังช่องเวลาที่กำหนดได้ โดยได้ทดสอบการฟังสัญญาณต่าง ๆ พบว่ามีคาบเวลาการเปิดปิดสัญญาณเสียงโทนต่าง ๆ ตามที่ต้องการ

4. การทดสอบจัดส่งสัญญาณ DTMF ซึ่งการทดสอบสามารถจัดส่งสัญญาณ DTMF ออกไปได้ การทดสอบได้ลองส่งสัญญาณ DTMF ไปยังสายภายนอก ทำให้สามารถโทรติดต่อสายภายนอกได้

ข้อบกพร่องบางประการที่เกิดขึ้นคือ ระหว่างการจัดส่งสัญญาณ DTMF แล้ว การติดต่อช่องสัญญาณเวลาที่เดิมติดต่อไว้ถูกยกเลิก ซึ่งได้แก้ไขโปรแกรมใหม่ให้หลังจากการจัดส่งสัญญาณ DTMF แล้วได้โปรแกรมมาให้จัดการติดต่อช่องสัญญาณเวลาเหมือนเดิมได้

9.5 การทดสอบโปรแกรมควบคุมหน่วยถอดรหัสสัญญาณ DTMF

การทดสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุมหน่วยถอดรหัส DTMF ทำโดยการต่อช่องเวลาจากโทรศัพท์สายภายใน แล้วทำการกดปุ่มที่โทรศัพท์ทำการส่งสัญญาณ DTMF ออกไป และคอยรับการรายงานผลการถอดรหัสของหน่วยถอดรหัสสัญญาณ DTMF ว่ามีการถอดรหัสสัญญาณ DTMF ได้หรือไม่ ผลการทดสอบพบว่า จะมีปัญหาเรื่องสัญญาณรบกวนที่เข้ามาทำให้การถอดรหัสผิดพลาด การแก้ไขปัญหานี้ทำได้โดยการแก้ไขสัญญาณรบกวนที่มาจากแหล่งจ่ายไฟโดยการปรับปรุงแหล่งจ่ายไฟ ซึ่งทำให้การถอดรหัสทำได้ถูกต้องแน่นอน

9.6 การทดสอบโปรแกรมหน่วยเชื่อมโยงโอเปอเรเตอร์

โปรแกรมที่ใช้ทดสอบการทำงานของโปรแกรมเชื่อมโยงโอเปอเรเตอร์ มีฟังก์ชันการทดสอบและผลการทดสอบดังต่อไปนี้

1. การทดสอบส่งหมายเลขไปยังหมายเลขโอเปอเรเตอร์ สามารถส่งงานให้แสดงหมายเลขที่โอเปอเรเตอร์คอนโซลได้ตามที่กำหนด

2. การทดสอบการเปิดปิดสัญญาณกระดิ่งของโอเปอเรเตอร์คอนโซล โปรแกรมทดสอบสามารถส่งงานให้โปรแกรมควบคุมการทำงานเปิดปิดสัญญาณกระดิ่งได้

โปรแกรมควบคุมหน่วยเชื่อมโยงโอเปอเรเตอร์จะติดต่อกับโอเปอเรเตอร์คอนโซลผ่านทางพอร์ตสื่อสารแบบอนุกรม การทดสอบหน่วยเชื่อมโยงโอเปอเรเตอร์นี้จะเป็นการทดสอบการทำงานของพอร์ตสื่อสารแบบอนุกรมนี้ด้วย

9.7 การทดสอบการเรียกสายโทรศัพท์สายภายในและโทรศัพท์สายภายนอก

หลังจากการพัฒนาโปรแกรมควบคุมของหน่วยควบคุมย่อยหน่วยต่าง ๆ เรียบร้อยแล้ว ได้มีการพัฒนาโปรแกรมควบคุมของหน่วยควบคุมหลักขึ้น ในระหว่างการพัฒนาโปรแกรมหลักก็ได้มีการทดสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุมของหน่วยควบคุมหลักในส่วนต่าง ๆ ควบคู่กันไปด้วยตลอดเวลา โดยในขั้นตอนแรกซึ่งทำให้มีการเรียกสายโทรศัพท์สายภายใน และโทรศัพท์สายภายนอก พร้อมทั้งตรวจสอบการทำงานตามโคอะแกรมแสดงการเปลี่ยนสถานะตามที่แสดงในแผนวก ก

การทดสอบการเรียกสายโทรศัพท์สายภายในที่มีขึ้น ได้มีการทดสอบการทำงานในสภาวะต่าง ๆ ดังนี้

1. การเรียกสายไปยังโทรศัพท์ที่ว่าง และสามารถติดต่อกันได้เมื่อมีการรับสาย
2. การเรียกสายไปยังโทรศัพท์ที่สายไม่ว่าง จะมีสัญญาณสายไม่ว่าง
3. การยกหูขึ้น หมุนหมายเลขไม่ครบ
4. การหมุนหมายเลขปลายทางผิด จะมีสัญญาณสายไม่ว่าง
5. ทดสอบการยกหู วางหู หลาย ๆ เครื่องพร้อมกัน

ระหว่างทำการทดสอบการทำงานในขั้นตอนต่าง ๆ ได้สั่งให้โปรแกรมหน่วยควบคุมหลักพิมพ์ข้อมูลเกี่ยวกับสถานะออกมาด้วย ซึ่งทำให้สามารถตรวจสอบได้ว่าการทำงานพบว่ามีการทำงานเป็นไปอย่างถูกต้องตามโคอะแกรมแสดงการเปลี่ยนสถานะ

สำหรับการทดสอบการเรียกสายโทรศัพท์สายภายนอก ได้ทดสอบในสภาวะการพิมพ์ต่าง ๆ คือ

1. ทดสอบการเรียกสายภายนอก เมื่อสายว่าง และสามารถทำการติดต่อโทรศัพท์ที่ออกภายนอกได้
2. ทดสอบการเรียกสายภายนอก เมื่อสายภายนอกถูกเรียกใช้งานหมด
3. การทดสอบการเรียกสายภายนอก แต่ไม่มีการติดต่อเกิดขึ้น

ในการทดสอบการทำงานสามารถเรียกสายโทรศัพท์สายภายนอกตามสภาวะต่าง ๆ ได้ตามต้องการ ข้อบกพร่องที่พบบ่อยระหว่างการทดสอบการเรียกสายภายนอกคือ การหมุนหมายเลขแบบพัลส์มีช่วงคาบเวลาไม่ถูกต้อง ทำให้ไม่สามารถติดต่อได้ ซึ่งได้ทำการแก้ไขโดยการปรับคาบเวลาให้ถูกต้องแล้ว และสามารถส่งพัลส์การหมุนได้อย่างถูกต้อง

ข้อบกพร่องที่พบบ่อยระหว่างการทดสอบทั้งสองส่วน บางครั้งมีปัญหากับสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นทำให้การติดต่อผิดพลาดไป ซึ่งแก้ไขแล้วโดยการปรับปรุงแหล่งจ่ายไฟให้ดีขึ้น

9.8 การทดสอบการเรียกสายโอเปอเรเตอร์คอนโซล

โปรแกรมควบคุมหลักควบคุมการทำงานของโอเปอเรเตอร์คอนโซลตามไดอะแกรมแสดงการเปลี่ยนสถานะ ไดอะแกรมแสดงการเปลี่ยนสถานะของโอเปอเรเตอร์คอนโซลจะคล้ายกับไดอะแกรมแสดงการเปลี่ยนสถานะของโทรศัพท์สายภายใน จะมีสถานะบางสถานะต่างกัน เช่น โอเปอเรเตอร์คอนโซลจะไม่มีการใช้บริการพิเศษบางอย่าง เป็นต้น

การทดสอบการเรียกสายโอเปอเรเตอร์คอนโซลจะมีสภาวะการทดสอบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. โทรศัพท์สายภายในเรียกสายโอเปอเรเตอร์คอนโซล และทำการรับสายมีการติดต่อเกิดขึ้น
2. โทรศัพท์สายภายในเรียกสายโอเปอเรเตอร์ แต่สายไม่ว่าง
3. โอเปอเรเตอร์คอนโซลทำการเรียกสายโทรศัพท์สายภายใน และมีการติดต่อสื่อสารเกิดขึ้น
4. โอเปอเรเตอร์คอนโซลเรียกสายภายนอก และทำการติดต่อได้

การทดสอบการทำงานได้ผลเป็นที่น่าพอใจ สามารถทำการติดต่อกับโอเปอเรเตอร์ตามไดอะแกรมแสดงการเปลี่ยนสถานะ โดยระหว่างที่มีการเรียกสายมายังโอเปอเรเตอร์จะมีหมายเลขของโทรศัพท์สายภายในติดต่อเข้ามาแสดงขึ้นเมื่อโอเปอเรเตอร์ทำการรับสาย

ปัญหาที่เกิดขึ้นคือ เมื่อทำการพักสายโอเปอเรเตอร์ไว้ แล้วไม่สามารถติดต่อกับสายที่พักไว้ได้ จึงได้ทำการปรับปรุงไดอะแกรมแสดงการเปลี่ยนสถานะ โดยการเพิ่มสถานะใหม่ทำให้สามารถพักสาย และติดต่อกับสายที่พักไว้ได้ตามต้องการ

9.9 การทดสอบการเรียกสายเข้าและบริการพิเศษ

การทดสอบการเรียกสายเข้าจากสายโทรศัพท์ที่ภายนอกนี้ ทดสอบโดยการต่อสายโทรศัพท์ภายในห้องปฏิบัติการวิจัยระบบไฟฟ้าสื่อสารจำนวน 2 คู่สายเข้ากับต้นแบบ สายโทรศัพท์ 2 คู่สายนี้ เป็นสายโทรศัพท์ที่ต่อกับตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติอีกทีหนึ่ง การเรียกสายเข้าได้ทดสอบโดยอยู่ในสภาวะต่าง ๆ คือ

1. การเรียกสายเข้าและรับโดยโอเปอเรเตอร์
2. การเรียกสายเข้าแต่ยกเลิกการเรียกสาย ซึ่งสัญญาณกระดิ่งจะหยุดไปเองหลังจากการยกเลิกการเรียกสายจากภายนอกระยะเวลาหนึ่ง
3. การเรียกสายเข้าและรับโดยเครื่องโทรศัพท์ที่รับเป็นโทรศัพท์ที่ถูกตั้งให้เป็น Night Connection

การทดสอบได้ผลการทำงานเป็นไปตามที่ต้องการ โดยเป็นไปตามไดอะแกรมแสดงการเปลี่ยนสถานะ

สำหรับการทดสอบการใช้งานบริการพิเศษสามารถสรุปผลการทดสอบได้ดังนี้

1. การโอนสาย ในการทดสอบสามารถโอนสายการติดต่อได้หลาย ๆ ครั้ง โดยไม่มีข้อผิดพลาด
2. การจองสาย การจองสายทดสอบโดยการยกหูโทรศัพท์ขึ้น แล้วใช้โทรศัพท์อีกเครื่องหนึ่งทำการเรียกสายไปยังโทรศัพท์ที่ยกหูนี้ เมื่อได้ยินสัญญาณไม่ว่างก็ทำการตั้งบริการจองสายไว้ เมื่อวางสายลงก็มีเสียงกระดิ่งดังขึ้นตามลำดับ และมีการติดต่อเกิดขึ้นตามไดอะแกรมสถานะ
3. การพักสาย ทดสอบการพักสายระหว่างการโอน ซึ่งสามารถทำให้โทรศัพท์อยู่ในสภาวะพักสาย (hold) ได้ตามต้องการ
4. การฝากสาย ทดสอบการฝากสายไปยังโทรศัพท์สายภายใน สามารถทำการฝากสายได้ เมื่อมีการเรียกสายมายังโทรศัพท์ที่ฝากสายไว้จะมีเสียงกระดิ่งสั้น ๆ ดัง 1 ครั้ง สายที่เรียกเข้ามาจะถูกโอนไปยังปลายทางที่ฝากสายไว้ทันที
5. Night Connection ทดสอบการเรียกสายเข้ามาขณะที่โอเปอเรเตอร์ไม่ทำงาน ซึ่งจะมีกระดิ่งดังที่หมายเลขที่ตั้งไว้เป็นผู้รับสายแทนโอเปอเรเตอร์ได้ตามต้องการ
6. การแบ่งระดับบริการ ได้มีการทดสอบการแบ่งระดับชั้นการใช้บริการของโทรศัพท์สายภายในเป็นระดับต่าง ๆ และทำการทดสอบการเรียกสายออก ซึ่งผลการทดสอบสามารถจำกัดระดับการใช้บริการได้ตามต้องการ

ปัญหาที่พบส่วนใหญ่จะ เกิดจากไดอะแกรมแสดงการเปลี่ยนสถานะตามที่ร่างไว้ล่วงหน้า มีบางสถานะที่ต้องแก้ไขเพื่อให้เหมาะสมกับการทำงานโดยได้เพิ่มสถานะบางสถานะเข้าไป และลดบางสถานะรวมกันให้ ซึ่งจะทำให้การทำงานต่าง ๆ เหมาะสมยิ่งขึ้น

ระหว่างการพัฒนาโปรแกรมควบคุมนี้ เริ่มแรกจะมีการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ไว้ ซึ่งบางครั้งมีมากเกินไป, บางครั้งน้อยเกินไปไม่สามารถเก็บสถานะต่าง ๆ ได้เพียงพอ บางครั้งโครงสร้างไม่เหมาะสม ทำให้ระหว่างการพัฒนาต้องมีการแก้ไขเพิ่มเติมตัวแปร และโครงสร้างของตัวแปรต่าง ๆ โดยตลอด แต่เนื่องจากใช้ภาษา C ในการพัฒนาโปรแกรมทำให้การเปลี่ยนแปลงง่ายและสะดวกขึ้นมาก

9.10 การแก้ไขเปลี่ยนแปลงข้อมูลโดยโปรแกรมเม้นที่แนบและแอสมินนิสเตรชัน

ระหว่างการทดสอบในหัวข้อต่าง ๆ ทั้ง 9 หัวข้อนี้ ได้มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูลของระบบโดยอาศัยโปรแกรมเม้นที่แนบและแอสมินนิสเตรชันด้วย ทำให้การแก้ไขข้อมูลของระบบทำได้ง่ายขึ้นและสะดวก โดยโปรแกรมเมอร์สามารถแก้ไขข้อมูลสำคัญต่าง ๆ ได้ตามต้องการ และสามารถรายงานข้อมูลเหล่านี้ผ่านทางเครื่องพิมพ์ด้วย

ผลการทดสอบที่ได้รับคือ สามารถทำการแก้ไขเปลี่ยนแปลงข้อมูลต่าง ๆ ง่าย และสะดวก และสามารถทำการแก้ไขข้อมูลได้อย่างถูกต้อง