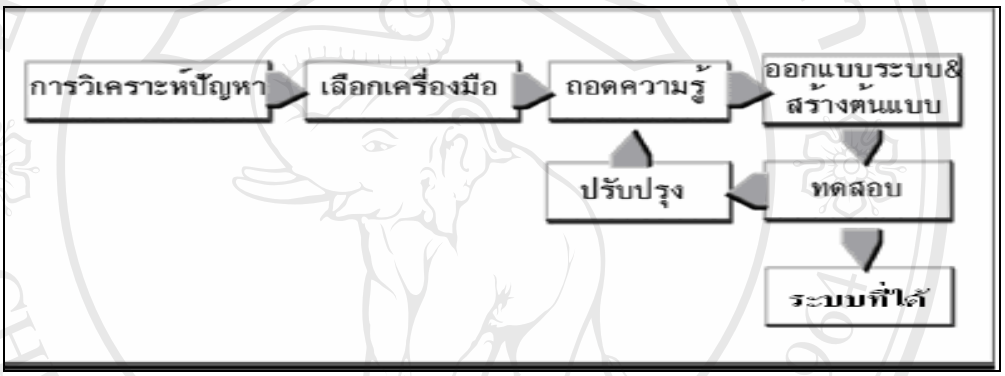
บทที่ 4
การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญการวินิจฉัยหาสาเหตุขัดข้องดีวีโออาร์

การพัฒนาโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญการวินิจฉัยหาสาเหตุขัดข้องดีวีโออาร์ สำหรับ ศูนย์ควบคุมการบินเชียงใหม่ บริษัทวิทยุการบินแห่งประเทศไทยจำกัด ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบงาน โดยแบ่งขั้นตอนเป็น 6 ระยะ คือ



รูปที่ 4.1 ขั้นตอนการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ

1) การวิเคราะห์ปัญหา
2) เลือกเครื่องมือ
3) กระบวนการถอดความรู้
4) การออกแบบระบบและสร้างต้นแบบ
5) การทดสอบ และปรับปรุงระบบ
6) ระบบที่ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.1 การวิเคราะห์ปัญหา

การวิเคราะห์ปัญหาสำหรับการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญการวินิจฉัยหาสาเหตุขัดข้องของ ดีวีโออาร์ ผู้วิจัยได้พิจารณาถึงองค์ประกอบเหล่านี้คือ

1) ระบบงานเมื่อ ระบบดีวีโออาร์ ขัดข้องใช้งานไม่ได้

2) กำหนดขอบเขตและลักษณะของปัญหา

3) ประเมินความต้องการในระบบงานใหม่

4.1.1 ระบบงานเมื่อระบบดีวีโออาร์ขัดข้องใช้งานไม่ได้

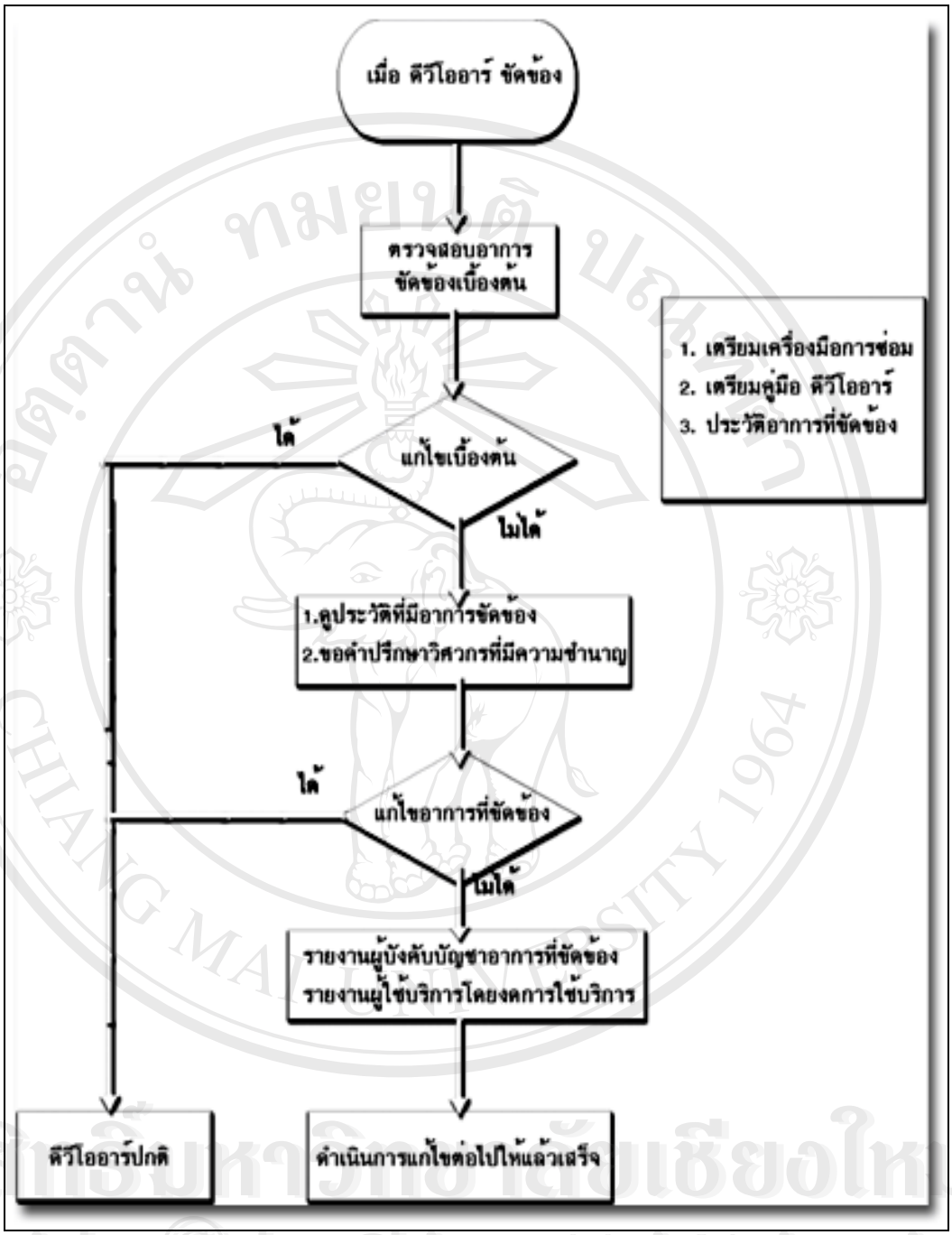
ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาระบบงานวิศวกรรมเครื่องช่วยการเดินอากาศ โดยเริ่มจากการสัมภาษณ์ วิศวกรที่หมุนเวียนไปประจำ หอบังคับการบินเชียงราย แม่ฮ่องสอน ลำปาง ถึงระบบการทำงานด้านวิศวกรรมว่ามีขั้นตอนการแก้ไขปัญหาอย่างไร เมื่อเกิดปัญหากับระบบดีวีโออาร์ขัดข้องใช้งานไม่ได้

1) เมื่อได้รับแจ้งจากพนักงานควบคุมจราจรทางอากาศ ว่านักบินไม่สามารถรับสัญญาณดีวีโออาร์ ไม่ได้
2) ตรวจสอบอาการเบื้องต้นในระบบมอนิเตอร์
3) เมื่อเกิดข้อขัดข้อง ควรเตรียมความพร้อมโดยต้องมีเครื่องมืออุปกรณ์ในการซ่อม
4) เตรียมคู่มือของของดีวีโออาร์
5) เตรียมสมุดประวัติบันทึกอาการที่เกิดขัดข้อง
6) ทำการแก้ไขเบื้องต้น
7) ถ้าแก้ไขเบื้องต้นไม่ได้ต้องขอคำปรึกษา จากวิศวกรที่มีความชำนาญ และดูประวัติของระบบที่เคยมีอาการขัดข้องมาก่อน
8) ถ้าแก้ไขยังไม่ได้ ต้องรายงานผู้บังคับบัญชา และยุติการใช้งาน ระบบดีวีโอ-อาร์ทันที
9) วิศวกรที่มีความชำนาญ ต้องรีบเดินทางไปแก้ไขข้อขัดข้องทันที

4.1.2 กำหนดขอบเขตและลักษณะของปัญหา

เนื่องด้วยงานวิศวกรรมของหอบังคับการบิน มีความรับผิดชอบอุปกรณ์สื่อสารภายในสนามบินทุกอย่างเช่น งานระบบวิทยุสื่อสาร งานระบบเรดาร์ งานระบบไฟฟ้าสำรอง งานระบบดาวเทียม งานระบบโทรศัพท์ และงานระบบเครื่องช่วยการเดินอากาศ ดังนั้นเมื่อเกิดข้อขัดข้องกับอุปกรณ์ต่าง ๆ จะต้องทำการแก้ไขข้อขัดข้องให้เสร็จในเวลาจำกัด เมื่อแก้ไขเบื้องต้นไม่ได้ต้องขอคำปรึกษา จากวิศวกรประจำศูนย์ควบคุมการบินเชียงใหม่ ในระบบงานที่เกี่ยวข้องนั้น ๆ ลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.2 ขั้นตอนการแก้ไขปัญหาดีวีโออาร์เมื่อเกิดอาการขัดข้อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

1) วิศวกรหอบังคับการบิน มีความรับผิดชอบอุปกรณ์สื่อสารการบินทุกอย่าง

2) เมื่อเกิดข้อขัดข้องเกี่ยวกับอุปกรณ์สื่อสาร วิศวกรหอบังคับการบินต้องรีบแก้ไขให้ทันเวลา อย่างน้อยประมาณ 30 นาทีให้แล้วเสร็จ

3) วิศวกรหอบังคับการบิน เมื่อแก้ไขปัญหาเบื้องต้นไม่ได้จะต้องขอคำปรึกษาจากวิศวกรที่เชี่ยวชาญ โดยผ่านทางโทรศัพท์อาจมีการสื่อสารไม่เข้าใจกัน ทำให้การแก้ปัญหาใช้เวลานานยิ่งขึ้น

4) วิศวกรหอบังคับการบิน ไม่สามารถติดต่อวิศวกรผู้เชี่ยวชาญได้

5) วิศวกรหอบังคับการบิน มีข้อจำกัดความสามารถในการแก้ปัญหาไม่เท่ากันจึงใช้เวลาการแก้ปัญหาที่ต่างกัน

6) วิศวกรหอบังคับการบิน จะมีการวิเคราะห์ปัญหาข้อขัดข้องไม่เหมือนกัน โดยเกี่ยวเนื่องกับการมีความรู้ที่ไม่เท่ากัน

7) ไม่มีการรวบรวมปัญหา ข้อขัดข้องต่าง ๆ ของดีวีโออาร์อย่างเป็นระบบทำให้การค้นหาประวัติอาการขัดข้องต่าง ๆ ใช้เวลานาน

4.1.3 ประเมินความต้องการในระบบงานใหม่

1) สามารถให้ความรู้เบื้องต้นในระบบงานต่าง ๆ ได้

2) สามารถให้คำปรึกษากับสาเหตุข้อขัดข้องของระบบย่อยต่าง ๆ รวมทั้งบอกวิธีการแก้ไข โดยเครื่องคอมพิวเตอร์จะแสดงคำถามกับอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นบนจอภาพทีละข้อให้ผู้ตอบว่าใช่หรือไม่ใช่ (ตอบ “Yes” หรือ “No”) เมื่อหมดคำถามแล้วก็จะสรุปให้ว่าปัญหานั้นเกิดจากสาเหตุอะไร และจะแก้ไขได้อย่างไร

3) ใช้การแสดงความรู้ด้วยกฎ (Rule Base Representation) ที่สามารถใช้กับฐานความรู้ขนาดใหญ่ได้ โดยการแบ่งออกเป็นฐานความรู้ขนาดเล็กหลาย ๆ ฐานความรู้

4) มีส่วนติดต่อผู้ใช้งาน โดยใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย

5) มีส่วนติดต่อผู้ใช้งานเป็นกราฟฟิก (Graphic User Interfaces)

6) สามารถรวบรวมข้อมูลและปัญหาข้อขัดข้องต่าง ๆ เป็นฐานความรู้ที่นำมาพัฒนาไว้ในระบบผู้เชี่ยวชาญโดยสามารถแบ่งเป็นหมวดหมู่เพื่อช่วยในการสืบค้นได้โดยง่าย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2 เลือกเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้เลือกเครื่องมือสำหรับการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญการวินิจฉัยหาสาเหตุขัดข้องของดีวีโออาร์ โดยพิจารณาถึงองค์ประกอบเหล่านี้คือ

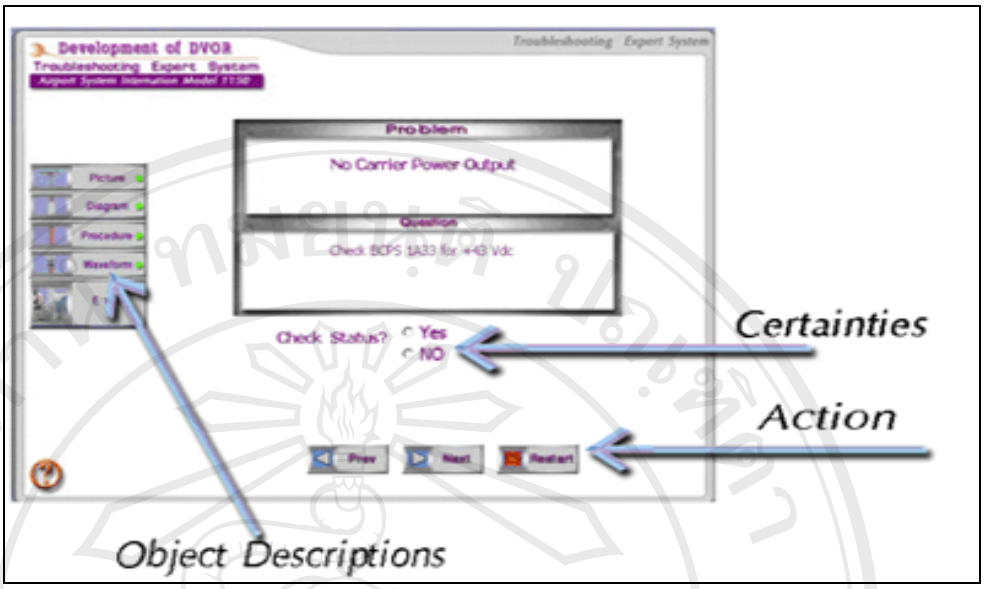
1) การแสดงความรู้
2) กลไกการอนุมาน
3) การติดต่อกับผู้ใช้งาน
4) ลักษณะทางซอฟต์แวร์

4.2.1 การแสดงความรู้

ความสามารถในการแสดงความรู้ของระบบผู้เชี่ยวชาญ ฯ ผู้วิจัยได้ออกแบบเพื่อที่จะให้แสดงความรู้ได้ 3 แบบ ซึ่งเป็นขั้นพื้นฐานของการแสดงความรู้ ดังนี้

1) การบรรยาย (Object Descriptions) โดยในส่วนของโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ สามารถที่จะเลือกดูรูปภาพประกอบในแต่ละปัญหา ทั้งนี้รูปภาพจะประกอบไปด้วยรูปภาพของอุปกรณ์นั้น ๆ ที่มีปัญหา รูปภาพในจุดที่จะวัดสัญญาณ และมีรูปภาพที่เป็นลักษณะสัญญาณของจุดต่าง ๆ เพื่อประกอบในการทำงานจริง นอกจากนี้ยังมีขั้นตอนการตรวจซ่อมในแต่ละแผงวงจร
2) การกำหนดค่าความมั่นใจ (Certainties) เป็นการกำหนดค่าความมั่นใจโดยประกอบไปด้วย Yes หรือ No
3) การแสดงการกระทำ (Action) เป็นส่วนของโปรแกรมที่จะทำให้โปรแกรมเดินหน้า (Next) เพื่อให้ป้อนคำถามใหม่ หรือถอยหลัง (Prevent) เพื่อที่จะย้อนกลับดูคำถามที่ผ่านมา และให้เริ่มต้นใหม่ (Restart) เพื่อที่จะเริ่มถามคำถามเริ่มต้นใหม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.3 การแสดงความรู้

4.2.2 กลไกการอนุมาน

รูปแบบและวิธีการอนุมาน ได้ออกแบบเพื่อให้สอดคล้องและรองรับกับฐานความรู้ของระบบดีวีโออาร์ เพื่อเป็นเหตุผลสนับสนุนในวินิจฉัยหาสาเหตุขัดข้องของระบบดีวีโออาร์โดยการเปรียบเทียบข้อมูล ซึ่งจะนำไปสู่ผลลัพธ์ที่ต้องการ ทั้งนี้การวินิจฉัยหาสาเหตุขัดข้องของระบบดีวีโออาร์นั้น ต้องมีการแก้ให้รวดเร็วที่สุด โดยส่วนใหญ่แล้วเมื่อพบอุปกรณ์ หรือแผงวงจรที่เสีย จะต้องทำการเปลี่ยนทันที ดังนั้นการอนุมานจะต้องมีวิธีในการค้นหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นว่ามาจากสาเหตุใด อุปกรณ์ใด หรือแผงวงจรส่วนไหนที่มีข้อขัดข้อง ซึ่งผู้วิจัยได้พิจารณาหาเทคนิคการอนุมานของระบบผู้เชี่ยวชาญ ฯ โดยจะมีการเปรียบเทียบกับฐานความรู้ของระบบดีวีโออาร์ที่พิสูจน์ได้ว่ามีความถูกต้อง ทั้งนี้เพื่อจะนำไปสู่เป้าหมายที่สรุปได้ว่ามีข้อขัดข้องเป็นอย่างไร มีวิธีแก้ไขอย่างไร

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำรูปแบบ *การอนุมานแบบไปข้างหน้า (Forward Chaining Inference)* มาใช้ในการพัฒนาในรูปแบบผู้เชี่ยวชาญ ฯ เพราะเป็นการหาเหตุผลจากข้อมูลที่มีอยู่ในระบบเพื่อไปสู่ผลสรุป หรือเป้าหมายหลัก (Goal)

4.2.3 การติดต่อกับผู้ใช้งาน

การติดต่อกับผู้ใช้งานของระบบผู้เชี่ยวชาญ ฯ เป็นส่วนที่ระบบจะติดต่อกับผู้ที่มาขอคำปรึกษา ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบให้ระบบต้องมีส่วนที่ทำให้ผู้ใช้สะดวกต่อคำปรึกษา มีการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

แสดงการตอบโต้ที่ง่ายและชัดเจนในเรื่องต่าง ๆ ดังนั้นการติดต่อกับผู้ใช้งาน ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1) วิธีการโต้ตอบระหว่างผู้ใช้
   - สามารถให้คำปรึกษากับสาเหตุข้อขัดข้องของระบบย่อยต่าง ๆ
   - รวมทั้งบอกวิธีการแก้ไข โดยเครื่องคอมพิวเตอร์จะแสดงคำถามกับอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นบนจอภาพทีละข้อ
   - ให้ผู้ตอบว่าใช่หรือไม่ใช่ (ตอบ “Yes” หรือ “No”)
   - เมื่อหมดคำถามแล้วก็จะสรุปให้ว่าปัญหานั้นเกิดจากสาเหตุอะไร และจะแก้ไขได้อย่างไร
2) ระบบการแสดงภาพในระหว่างการขอคำปรึกษา
   - สามารถให้ความรู้เบื้องต้นในระบบงานต่าง ๆ ได้
   - มีส่วนติดต่อผู้ใช้งานเป็นกราฟฟิก (Graphic User Interfaces)
   - มีส่วนติดต่อผู้ใช้งาน โดยใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย

4.2.4 **ลักษณะทางซอฟต์แวร์**

ในการเลือกเครื่องมือช่วยในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ ฯ ลักษณะทางซอฟต์แวร์เป็นอีกส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญ เพราะลักษณะทางซอฟต์แวร์นี้จะบอกถึงธรรมชาติของระบบนั้น ๆ ว่ามีข้อดีและข้อจำกัดอย่างไร ผู้วิจัยได้เลือกใช้โปรแกรมที่ถนัดคือ Microsoft Visual Basic 6.0 ในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ ฯ บนระบบปฏิบัติการ Windows ด้วยเหตุผลดังนี้

1) “Visual” หมายถึง ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบกราฟิก (Graphic User interface: GUI) เช่น เมนู ปุ่มคำสั่งงาน ที่ง่ายต่อใช้งาน
2) “BASIC” (Beginners All-Purpose Symbolic Instruction Code) ซึ่งเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่นักเขียนโปรแกรมใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุด
3) Microsoft Visual Basic ใช้สำหรับการพัฒนาโปรแกรมบน Windows คือแทนที่จะต้องเขียนโค้ดโปรแกรมหลาย ๆ บรรทัดเพื่อสร้างส่วนติดต่อผู้ใช้งาน ซึ่ง Microsoft Visual Basic เรียกว่า คอนโทรล (Control) บนสภาพแวดล้อมของ Windows ขึ้นมาชิ้นหนึ่งด้วยโค้ดโปรแกรมหลายสิบบรรทัด ใน Microsoft Visual Basic เพียงแค่เลือกส่วนติดต่อผู้ใช้ที่ต้องการจากจากสิ่งที่ Microsoft Visual Basic เตรียมไว้ให้แล้ว ด้วยวิธีการลากและวาง (Drag-and-Drop) ลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

บนหน้าจอ จากนั้นกำหนด คุณลักษณะ (Properties) ของส่วนติดต่อผู้ใช้นั้น ๆ ตามต้องการแล้วก็เขียนโค้ดโปรแกรมสำหรับคอนโทรลนั้น ๆ เพื่อให้โปรแกรมทำงานตามที่ต้องการ

4) ในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยคอมไพเลอร์ภาษาใด ๆ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอนคือ การเขียนโค้ดโปรแกรม การแปลภาษาโปรแกรมให้เป็นภาษาเครื่อง และการทดสอบโปรแกรม ทั้งนี้ถ้ามีข้อผิดพลาดจะถูกพบเมื่อเริ่มทำการคอมไพล์ของโปรแกรม ผู้เขียนโปรแกรมจะต้องค้นหาข้อผิดพลาดเอง แต่ Microsoft Visual Basic นั้นจะมีการตรวจสอบโค้ดที่เขียนลงไปแต่ละตัว โดยทำการตรวจจับคำผิดพลาด ไวยากรณ์ภาษาผิด และแสดงสีของข้อความฟ้องจุดที่ก่อให้เกิดข้อผิดพลาดนั้น บรรทัดที่เป็นตัวก่อให้เกิดข้อผิดพลาดนั้นจะถูกแสดงขึ้นมาเพื่อให้แก้ไขแล้วคอมไพล์โปรแกรมได้ทันที จุดนี้ถือเป็นข้อดีของ Microsoft Visual Basic

4.3 กระบวนการถอดความรู้

เป็นกระบวนการที่พัฒนาจากระบบการเรียนรู้และเป็นการทำความเข้าใจกับความรู้ที่จะนำมาพัฒนาเป็นระบบผู้เชี่ยวชาญ ฯ โดยการถอดความรู้เป็นกระบวนการสำคัญในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ ฯ ผู้วิจัยได้สังเกต และทำความเข้าใจกับความรู้ที่จะนำมาพัฒนาเป็นระบบผู้เชี่ยวชาญ ฯ จากแหล่งอ้างอิง หรือผู้เชี่ยวชาญในระบบดีวีโออาร์ เพื่อที่จะกำหนดขอบเขตที่เหมาะสม ดังนั้นผู้วิจัยจึงแบ่งกระบวนการถอดความรู้ออกเป็นดังนี้

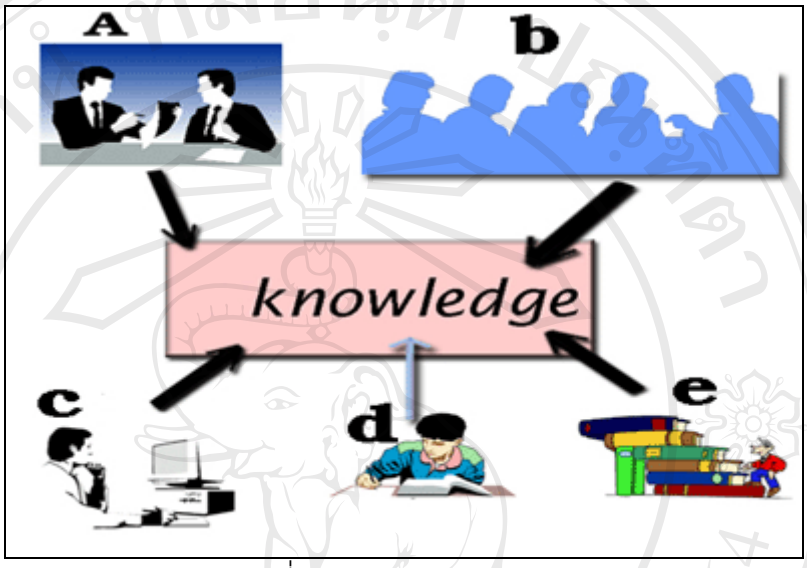
1) การรวบรวมความรู้ และการแปลความหมาย
2) การวิเคราะห์ความรู้ที่รวบรวมได้
3) ออกแบบลักษณะของความรู้ให้เหมาะสม ที่จะเก็บไว้ในฐานความรู้

4.3.1 การรวบรวมความรู้ และการแปลความหมาย

ผู้วิจัยได้รวบรวมความรู้ที่จะนำมาพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญได้หลายทาง เช่น การสัมภาษณ์วิศวกรที่มีความเชี่ยวชาญโดยตรง และวิศวกรที่ปฏิบัติหน้าที่ ณ หอบังคับการบินฯ นั้น ๆ ดังนั้นผู้วิจัยสามารถสรุปการรวบรวมความรู้ได้ทั้ง 5 ด้าน ดังรูปที่ 4.4

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

1) วิศวกรที่มีความชำนาญในระบบ ดีวีโออาร์ โดยข้อมูลที่ได้มาจากการสัมภาษณ์ และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทั้งนี้วิศวกรที่มีความชำนาญได้แนะนำเทคนิคและวิธีต่าง ๆ ในการวินิจฉัยข้อขัดข้องของระบบดีวีโออาร์ ดังรูปที่ 4.4(a)



รูปที่ 4.4 การรวบรวมความรู้

2) วิศวกรหอบังคับการบินโดยให้เล่าถึงประสบการณ์ที่พบกับปัญหาต่าง ๆ ของระบบดีวีโออาร์ รวมถึงการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นซึ่งเคยได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ หรือประสบการณ์ที่เคยได้แก้ไขปัญหาได้โดยตรง ดังรูปที่ 4.4(b)

3) ประสบการณ์โดยตรงของผู้ทำวิจัย เนื่องจากได้เคยผ่านการอบรมหลักสูตรระบบดีวีโออาร์ และเคยมีประสบการณ์ในการวินิจฉัยสาเหตุข้อขัดข้องในระบบดีวีโออาร์ในระดับหนึ่ง ดังรูปที่ 4.4(c)

4) สมุดบันทึกอาการข้อขัดข้อง และสาเหตุที่ขัดข้องของระบบรวมทั้งแนวทางการแก้ไขที่ได้ลงไว้ในสมุดบันทึก โดยสมุดที่บันทึกนี้จะประจำอยู่ที่หอบังคับการบินฯต่าง ๆ ดังรูปที่ 4.4(d)

5) คู่มือของระบบดีวีโออาร์ ดังรูปที่ 4.4(e)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3.2 **การวิเคราะห์ความรู้ที่รวบรวมได้**

การรวบรวมข้อมูลที่ได้มาจาก วิศวกรที่มีความชำนาญในระบบ วิศวกรหอบังคับการบินสมุดบันทึกอาการข้อขัดข้อง คู่มือของระบบดีวีโออาร์ และประสบการณ์ตรงของผู้วิจัยเอง จะต้องมีการวิเคราะห์โดยแบ่งออกเป็น

1) ข้อมูลที่เป็นทฤษฎีโดยตรงจากคู่มือ ซึ่งจะระบุอาการเบื้องต้นในการแก้ไขปัญหา โดยจะอ้างอิงทฤษฎี และการทำงานของระบบเป็นหลักใหญ่

2) ข้อมูลที่เป็นประสบการณ์จริง นอกเหนือจากคู่มือที่ระบุไว้ โดยอาจจะไม่ตรงกับทฤษฎีเท่าใดนัก ทั้งนี้จะเป็นเทคนิคในการแก้ปัญหา และการดูแลระบบที่จะไม่ให้เกิดปัญหา

4.3.3 **ออกแบบลักษณะของความรู้ให้เหมาะสม ที่จะเก็บไว้ในฐานความรู้**

เมื่อวิเคราะห์ความรู้ของระบบที่รวบรวมได้สามารถแบ่งเป็นฐานความรู้ได้ดังนี้

1) ฐานความรู้ระบบสายอากาศ (Antenna System Knowledge base)
2) ฐานความรู้ระบบแคร์เรีย (Carrier System Knowledge base)
3) ฐานความรู้ระบบไซด์แบนด์ (Sideband System Knowledge base)
4) ฐานความรู้ระบบคอมมิวเตเตอร์ (Commutator System Knowledge base)
5) ฐานความรู้ระบบมอนิเตอร์ (Monitor System Knowledge base)
6) ฐานความรู้ระบบรีโมท (Remote System Knowledge base)
7) ฐานความรู้ระบบคอนโทรลสคริป (Control SCIP System Knowledge base)

4.4 **การออกแบบระบบและสร้างต้นแบบ**

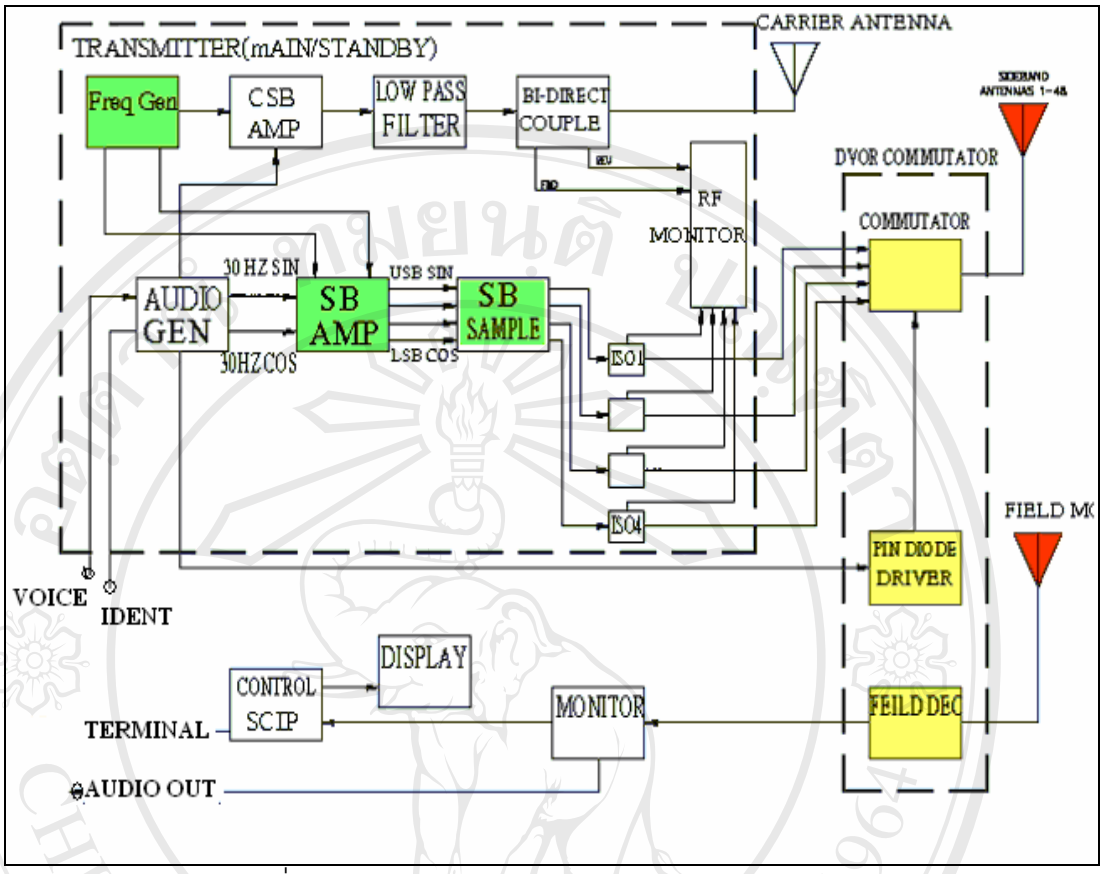
การออกแบบระบบและสร้างต้นแบบสำหรับการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญการวินิจฉัยหาสาเหตุขัดข้องของดีวีโออาร์ พิจารณาถึงองค์ประกอบเหล่านี้คือ

1) คุณลักษณะของระบบ
2) ออกแบบระบบ
3) สร้างต้นแบบ

4.4.1 **คุณลักษณะของระบบ**

คุณลักษณะของระบบของดีวีโออาร์ รุ่น ASI1150 ประกอบด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.5 ส่วนประกอบหลัก ของดีวีโออาร์ รุ่น ASI1150

1. ระบบสายอากาศ (Antenna System)
2. ระบบแคร์เรีย (Carrier System)
3. ระบบไซด์แบนด์ (Sideband System)
4. ระบบคอมมิวเตเตอร์ (Commutator System)
5. ระบบมอนิเตอร์ (Monitor System)
6. ระบบรีโมท (Remote System)
7. ระบบคอนโทรลสคริป (Control SCIP System)

4.4.2 การออกแบบระบบ

ผู้วิจัยได้นำเอาลักษณะของเครื่องมือ นำมารวมกับความรู้ที่ได้วิเคราะห์มา โดยมาออกแบบเป็นระบบผู้เชี่ยวชาญ ฯ ทั้งนี้ในระบบผู้เชี่ยวชาญหนึ่ง ๆ เมื่อนำไปสร้างบนเครื่องมือที่แตกต่างกัน ลักษณะการออกแบบก็จะแตกต่างกันบ้างเล็กน้อย ทั้งนี้ผู้วิจัยได้พิจารณาตามหัวข้อดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

1) พิจารณาถึงเป้าหมายของระบบผู้เชี่ยวชาญ ในระบบการให้คำปรึกษา เป้าหมายหลักคือคำแนะนำที่ระบบจะมีให้ ซึ่งในฐานความรู้จะมีคำแนะนำมากมายที่เหมาะสมของแต่ละเหตุการณ์ ถ้ามองเหตุการณ์เป็นกฎแล้ว จะมีคำแนะนำของแต่ละกฎเสมอ

2) พิจารณาถึงเทคนิคการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญการวินิจฉัยหาสาเหตุขัดข้องของดีวีโออาร์ ฯ ได้เลือกใช้เทคนิคใน *การแสดงความรู้แบบกฎ (Rule-Base Expert System)* เนื่องจากการวินิจฉัยหาสาเหตุข้อขัดข้องของดีวีโออาร์นั้นมีลักษณะเป็นเงื่อนไขที่มีผลสรุปเป็นขั้นตอนเหมาะกับการนำไปใช้กับการอนุมานที่มีทิศทางแน่นอนและสามารถพัฒนาซอฟต์แวร์ของระบบโดยใช้วิชวลเบสิคที่สร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้ได้ง่ายและชัดเจนต่อไป

3) พิจารณาถึงเทคนิคการควบคุมหรือการอนุมาน ระบบผู้เชี่ยวชาญการวินิจฉัยหาสาเหตุขัดข้องของดีวีโออาร์ เป็น*การอนุมานแบบไปข้างหน้า (Forward Chaining Inference*) เพื่อหาผลสรุปจากข้อมูลที่มีอยู่

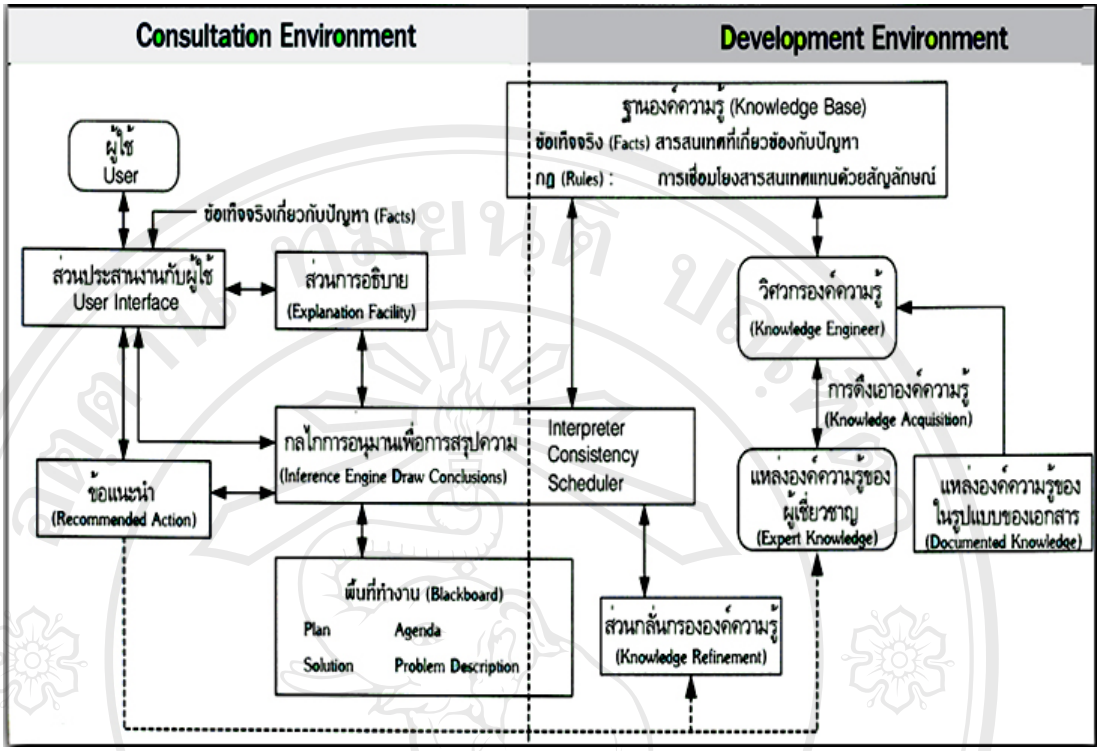
4) กำหนด flow diagram ของปัญหาทั้งหมด ในขั้นตอนของการวิเคราะห์ความรู้นั้น กฎต่าง ๆ ที่ได้เขียนขึ้นอาจไม่มีลำดับที่ง่ายต่อความเข้าใจ ดังนั้นในการออกแบบนี้จึงจำเป็นต้องทบทวนและจัดลำดับของเงื่อนไขในกฎ ประกอบกับต้องจัดลำดับของคำถามที่จะมีต่อผู้ใช้ด้วย

4.4.2.1 การออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบ

ระบบต้นแบบที่ถูกสร้างขึ้นนี้ จะมีการทำงานเหมือนกับระบบจริงทุกประการ เพียงแต่จะฐานความรู้น้อยกว่าระบบจริงเท่านั้น ผู้วิจัยได้อาศัยแบบจำลองโครงสร้างการทำงานระบบผู้เชี่ยวชาญของ Turbanและ Aronson กลไกการทำงานของระบบตามสภาพแวดล้อมที่ได้กำหนดไว้เป็น 2 ส่วนคือ

1. **ส่วนของการพัฒนาระบบ** (Development Environment)
   1) ส่วนของการดึงองค์ความรู้ (Knowledge Acquisition Subsystem/Facilities)
   2) ส่วนฐานความรู้ (Knowledge Base)
   3) ส่วนกลไกอนุมาน หรือกลไกสรุปความ (Interface Engine)
   4) ส่วนกลั่นกรององค์ความรู้ (Knowledge Refinement)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.6 ภาพแสดงแบบจำลองของโครงสร้างการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญ

2. **ส่วนของการให้คำปรึกษาของระบบ** (Consultation Environment)

1) ผู้ใช้งาน (User)

2) ส่วนประสานกับผู้ใช้ (User Interface)

3) ส่วนพื้นที่ทำงาน (Blackboard/Workplace)

4) ส่วนการอธิบายความ (Explanation/Justifier Facility)

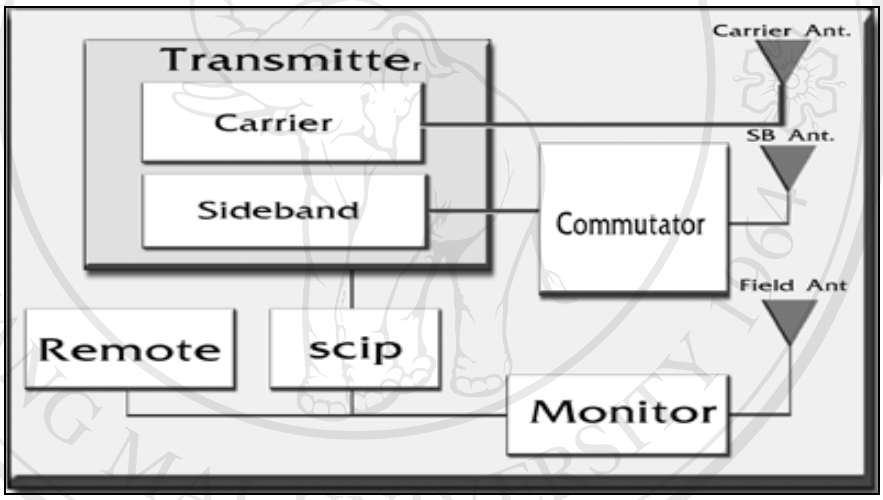
4.4.2.2 การออกแบบส่วนของการดึงองค์ความรู้ (Knowledge Acquisition Subsystem/Facilities)

ผู้วิจัยได้รวบรวมจากเอกสารคู่มือการใช้งานทางเทคนิค และสมุดบันทึกอาการที่ขัดข้องพร้อมแนวทางแก้ไข และอีกส่วนหนึ่งเป็นการรวบรวมจากผู้เชี่ยวชาญที่เป็นวิศวกร เมื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเรียบร้อยแล้วจึงนำข้อมูลนั้นมาประมวลผลและสร้างเงื่อนไขเพื่อหาทางแก้ปัญหา การแบ่งฐานความรู้ได้แบ่งตามโครงสร้างของดีวีโออาร์ รุ่น ASI1150 จากนั้นส่งผ่านไปยังส่วนต่าง ๆ เพื่อทำการแปรสภาพองค์ความรู้เหล่านี้ให้อยู่ในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ แล้วนำมาบรรจุไว้ในฐานความรู้ (Knowledge Base) ซึ่งรวมอยู่ในโปรแกรมของระบบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4.2.3 การออกแบบส่วนฐานความรู้ (Knowledge Base)

1) ฐานความรู้ระบบสายอากาศ
(Antenna System Knowledge base)
2) ฐานความรู้ระบบแคร์เรีย
(Carrier System Knowledge base)
3) ฐานความรู้ระบบไซด์แบนด์
(Sideband System Knowledge base)
4) ฐานความรู้ระบบคอมมิวเตเตอร์
(Commutator System Knowledge base)



รูปที่ 4.7 ส่วนประกอบหลัก ของดีวีโออาร์ รุ่น ASI1150

5) ฐานความรู้ระบบมอนิเตอร์
(Monitor System Knowledge base)
6) ฐานความรู้ระบบรีโมท
(Remote System Knowledge base)
7) ฐานความรู้ระบบคอนโทรลสคริป
(Control SCIP System Knowledge base)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4.2.4 การออกแบบส่วนกลไกอนุมาน หรือกลไกสรุปความ (Interface Engine)

ผู้ทำการวิจัยได้ออกแบบเทคนิคการควบคุม หรือการอนุมาน ระบบผู้เชี่ยวชาญการวินิจฉัยหาสาเหตุขัดข้องของดีวีโออาร์ซึ่งเป็น *การอนุมานแบบไปข้างหน้า (Forward Chaining Inference)* เพื่อหาผลสรุปจากข้อมูลที่มีอยู่โดยเป็น *การแสดงความรู้แบบกฎ (Rule-Base Expert System)* เนื่องจากการวินิจฉัยหาสาเหตุขัดข้องดีวีโออาร์ เป็นลักษณะแบบมีเงื่อนไขที่มีผลสรุปเป็นขั้นเป็นตอน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาซอฟต์แวร์ของระบบโดยใช้โปรแกรมวิชวลเบสิค ซึ่งสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้ได้ง่ายและชัดเจน วิธีการแสดงความรู้แบบนี้ทำได้โดยการนำความรู้ที่เตรียมไว้ มากำหนดเป็นกฎเพื่อใช้ในการวินิจฉัยหาสาเหตุขัดข้องดีวีโออาร์ ดังในตารางที่ 4.1 เป็นการออกแบบสอบถามกลไกอนุมานของฐานความรู้ระบบไซด์แบนด์ซึ่งเป็นการแก้ปัญหา ไม่มี Output Power

ตัวอย่าง การออกแบบส่วนกลไกอนุมาน ในส่วนของฐานความรู้ระบบเครื่องส่งไซด์แบนด์ ปัญหาคือ Power Sideband ไม่มี Output Power

ตารางที่ 4.1 การออกแบบสอบถามกลไกอนุมานของฐานความรู้ระบบไซด์แบนด์ การแก้ปัญหา ไม่มีOutput Power

กฎ	การซักถาม	นิพจน์	ผล	สรุป	นิพจน์
R1	Check BCPS 1A33/1A34 for +28 Vdc	A	Yes	If Voltage is not +28 Vdc +/-0.5 Vdc adjust potentionmeter (Locate on 28 Vdc module) for 28 Vdc	B
			No	+28 Vdc is not being /Replase BCPS 1A33/1A34 module	C
R2	If Voltage is not +28 Vdc +/-0.5 Vdc	B	Yes	Place Frequency Generator 1A4	D

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.1 การออกแบบสอบถามกลไกอนุมานของฐานความรู้ระบบไซด์แบนด์
การแก้ปัญหา ไม่มีOutput Power (ต่อ)

กฎ	การซักถาม	นิพจน์	ผล	สรุป	นิพจน์
	adjust potentiometer (Locate on 28 Vdc module) for 28 Vdc			or 1A20 on extender cables	
R3	Please Frequency Generator iA4 or 1A20 on extender cables	D	Yes	Connect frequency counter to upper sideband Output 1A4J4 or 1A20J4	E
R4	Connect frequency Counter to upper sideband Output 1A4J4 or 1A20J4	E	YES	Check Upper Sideband Output 1A4 or 1A20	F
R5	Check Upper Sideband Output 1A4 or 1A20	F	YES	Replace suspected faulty sideband generator with a sideband generator 1 from the standby system	G
			No	Frequency Generator 1A4/ 1A20 is not producing Sideband frequency	H
R6	Replace suspected faulty sideband generator with a sideband generator 1 from the standby system	G	Yes	Return faulty sideband generator for repair and Check Out put	I

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.1 การออกแบบสอบถามกลไกอนุมานของฐานความรู้ระบบเครื่องส่งไซด์แบนด์ การแก้ปัญหา ไม่มีOutput Power (ต่อ)

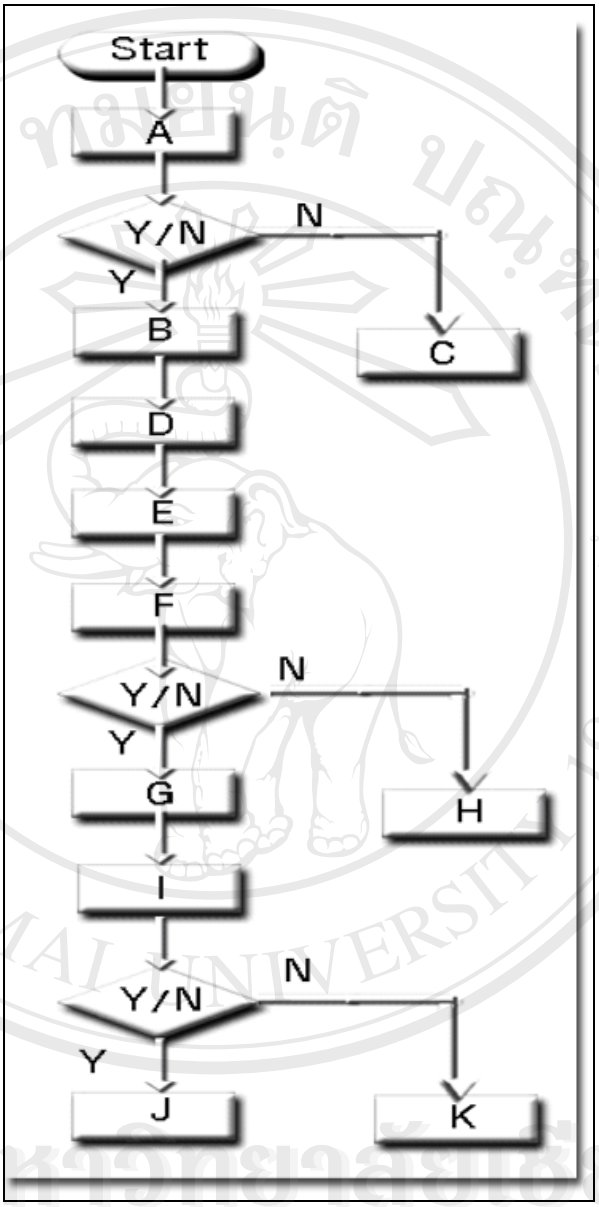
กฎ	การซักถาม	นิพจน์	ผล	สรุป	นิพจน์
R7	Return faulty sideband generator for repair and Check Out put	I	Yes	Troubleshoot wiring harness Fault Sideband Generator 1A6/A22 is not producing	J
			No	Fault Sideband Generator 1A6/A22 is not producing Sideband Generators	K

จากตารางที่ 4.1 แสดงความรู้ที่ใช้ในการวินิจฉัยหาสาเหตุขัดข้อง ดีวีโออาร์ สามารถนำมาแสดงในรูปของกฎดังนี้

R1: IF A THEN B
ELSE C
R2: IF B THEN D
R3: IF D THEN E
R4: IF E THEN F
R5: IF F THEN G
ELSE H
R6: IF G THEN I
R7: IF I THEN J
ELSE K

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จากนิพจน์ของทั้ง 7 กฎ สามารถลำดับขั้นตอนการทำงานได้แผนภาพ ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.8 ลำดับขั้นตอนการทำงาน ของฐานความรู้ระบบเครื่องส่งไซด์แบนด์ การแก้ปัญหา ไม่มี Output Power

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การออกแบบโปรแกรม กลไกอนุมานของฐานความรู้ระบบเครื่องส่งไซด์แบนด์ การแก้ปัญหา ไม่มีOutput Power

เป็นส่วนของการตั้งคำถาม

txt_Problem.Text = “Check BCPS 1A33/1A34 for +28 Vdc”

เป็นส่วนการเลือกคำตอบ YES/No

Opt_status (1) ' 2 choice

เป็นส่วนการเลือกคำตอบ YES

If opt1 = True Then

เป็นขั้นตอนคำถาม ในส่วนที่ตอบ Yes

Select Case i

Case 0: txt_Problem.Text = "If Voltage is not +28 Vdc +/-0.5 Vdc adjust potentiometer (Locate on 28 Vdc module) for 28 Vdc”

Case 1: txt_Problem.Text = “Place Frequency Generator 1A4 or 1A20 on extender cables”

Case 2: txt_Problem.Text = “Connect frequency counter to upper sideband Output 1A4J4 or 1A20J4”

Case 3: txt_Problem.Text = “Check Upper Sideband Output 1A4 or 1A20

Case 4: txt_Problem.Text = “Replace suspected faulty sideband generator with a sideband generator 1 from the standby system”

Case 5: txt_Problem.Text = “Sideband Generator power has been restored”

Case 6: txt_Problem.Text = " Return faulty sideband generator for repair and

เป็นส่วนของผลลัพธ์

Case 7: frm_Ans.Visible = True

txt_Ans.Text = "Troubleshoot wiring harness”

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนการเลือกคำตอบ No

If opt2 = True Then

เป็นขั้นตอนคำถาม ในส่วนที่ตอบ No

Select Case i

Case 0: frm_Ans.Visible = True

txt_Ans.Text = "+28 Vdc is not being /Replace BCPS 1A33/1A34 module "

Case 4: frm_Ans.Visible = True

txt_Ans.Text = "Frequency Generator 1A4/ 1A20 is not producing Sideband frequency "

เป็นส่วนของผลลัพธ์

Case 7: frm_Ans.Visible = True

txt_Ans.Text = "Fault Sideband Generator 1A6/A22 is not producing Sideband Generator”

ตัวอย่าง การออกแบบสอบถามกลไกอนุมานของฐานความรู้ระบบสายอากาศ ปัญหาคือ VSWR ของ Antenna

ตารางที่ 4.2 รูปแบบการออกแบบสอบถามกลไกอนุมานของฐานความรู้ระบบสายอากาศปัญหาคือ VSWR ของ Antenna

กฎ	การซักถาม	นิพจน์	ผล	สรุป	นิพจน์
R1	On video terminal select screen [F; 1P]	A	Yes	Observe Carrier VSWR Verify that is Value is <=1.2:1	B
R2	Observe Carrier VSWR Verify that is Value is <=1.2:1	B	YES	Observe Carrier VSWR Verify that is Value is <=1.2:1	C

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.2 รูปแบบการออกแบบสอบถามกลไกอนุมานของ
ฐานความรู้ระบบสายอากาศปัญหาคือ VSWR ของ Antenna (ต่อ)

กฎ	การซักถาม	นิพจน์	ผล	สรุป	นิพจน์
			NO	Measured at Audio generator 1A7P1A Pin 30 and equal to Tx 1 Or Tx 2 Reflected Power (TxREFLD test point RF MoN Update once every 2 minutes 30 second in audio Gen	D
R3	Observe Carrier VSWR Verify that is Value is <=1.2:1	C	YES	On video terminal select screen [F;11P]	E
			NO	Measured at Audio generator 1A7P1A Pin 22 and equal to SB1 Amp Reflected Power (SB1REFLD test point RF MoN 1A2Update once every 2 minutes 30 second in audio Gen	F
R4	On video terminal select screen [F; 11P]	E	YES	Alignment Connector	G
			NO	Check Connector Antenna	H

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตารางที่ 4.2 แสดงความรู้ที่ใช้ในการวินิจฉัยหาสาเหตุขัดข้องของ ดีวีโออาร์ รุ่น เอเอสไอ 1150 นำมาแสดงในรูปของกฎ

R1: IF A THEN B

R2: IF B THEN C

ELSE D

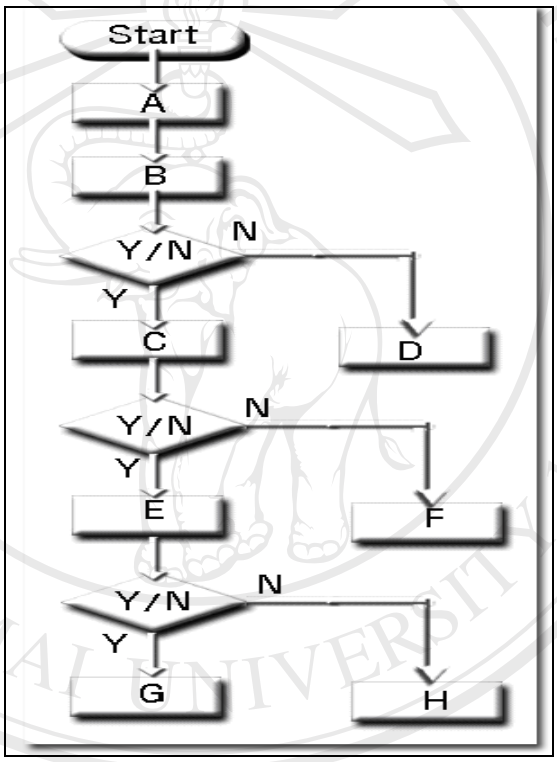
R3: IF C THEN E

ELSE F

R4: IF E THEN G

ELSE H

จากนิพจน์ของทั้ง 4 กฎ สามารถลำดับขั้นตอนการทำงานได้แผนภาพ ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.9 ลำดับขั้นตอนการทำงานฐานความรู้ระบบสายอากาศ
การแก้ปัญหา VSWR ของ Antenna

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การออกแบบโปรแกรม กลไกลอนุมานของฐานความรู้ระบบสายอากาศ
การแก้ปัญหา VSWR ของ Antenna

เป็นส่วนของการตั้งคำถาม

txt_Problem.Text = “On video terminal select screen [F;1P]'"

เป็นส่วนการเลือกคำตอบ YES/No

Opt_status (1) ' 2 choice

เป็นส่วนการเลือกคำตอบ YES

If opt1 = True Then

เป็นขั้นตอนคำถาม ในส่วนที่ตอบ Yes

Select Case i

Case 0: txt_Problem.Text = "Observe Carier VSWR Verify that is Value is <=1.2:1

Case 1: txt_Problem.Text = "Observe Carier VSWR Verify that is Value is <=1.2:1

Case 2: txt_Problem.Text = "On video terminal select screen [F;11P]'"

เป็นส่วนของผลลัพธ์

Case 3: frm_Ans.Visible = True

txt_Ans.Text = “Alignment Connector"

ส่วนการเลือกคำตอบ No

If opt1 = True Then

เป็นขั้นตอนของผลลัพธ์ ในส่วนที่ตอบ No

Select Case i

Case 1: frm_Ans.Visible = True txt_Ans.Text = "Measured at Audio generator 1A7P1A Pin 30 and equal to Tx 1 or TX 2 Reflected Power (TxREFLD test point RF MoN Update once every 2 minutes 30 second in audio Gen)"

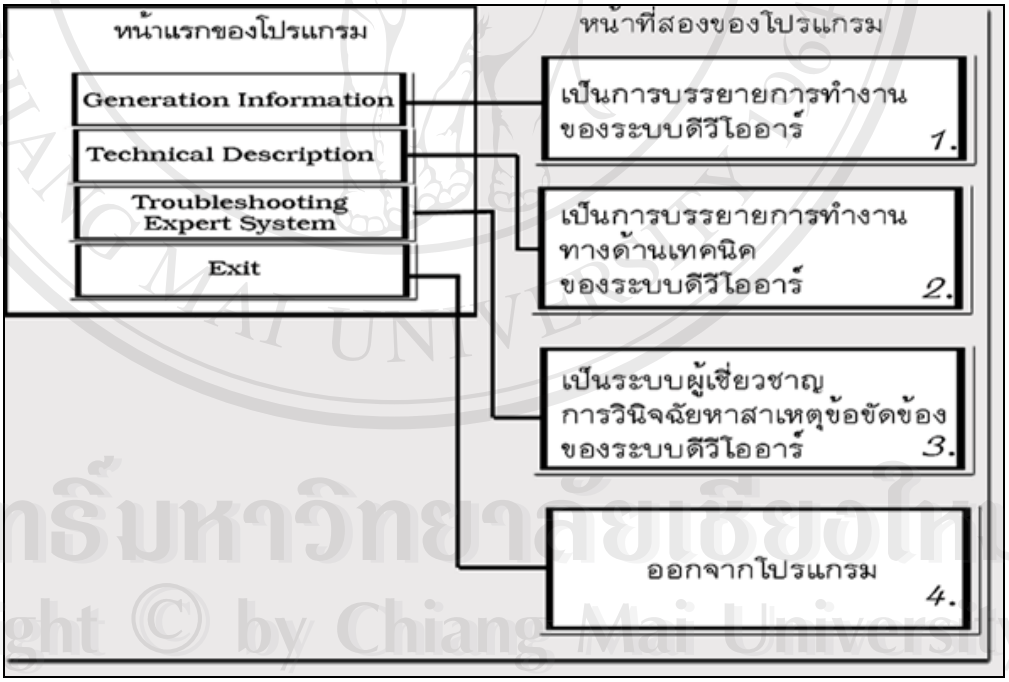
Case 2: frm_Ans.Visible = True txt_Ans.Text = "Measured at Audio generator 1A7P1A Pin 22 and equal to SB1 Amp Reflected Power (SB1REFLD test point RF MoN 1A2Update once every 2 minutes 30 second in audio Gen)"

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Case 3: frm_Ans.Visible = True txt_Ans.Text = “Check Connector Antenna"

4.4.2.5 **การออกแบบส่วนประสานกับผู้ใช้** (User Interface)

การออกแบบโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ ฯ ในส่วนประสานกับผู้ใช้ ผู้วิจัยได้ออกแบบ ให้ระบบประกอบด้วยภาพกราฟิก ที่เป็นเมนูคำสั่ง กรอบโต้ตอบกับผู้ใช้ระบบ โดยระบบจะแสดงผลลัพธ์สาเหตุข้อขัดข้องของดีวีโออาร์ พร้อมแนวทางการแก้ปัญหา ดังในส่วนที่หนึ่งและส่วนที่สองของโปรแกรมเมื่อเลือกคำสั่งที่ General Information จะเป็นการบรรยายการทำงาน และหลักการโดยทั่วไปของดีวีโออาร์ และเมื่อเลือกคำสั่ง Technical Description จะเป็นการอธิบายถึงหลักการทำงานทางด้านเทคนิคของดีวีโออาร์ ส่วนคำสั่ง Troubleshooting Expert System เป็นคำสั่งในการที่ผู้ใช้จะเข้าสู่ระบบผู้เชี่ยวชาญการวินิจฉัยหาสาเหตุขัดข้องของดีวีโออาร์

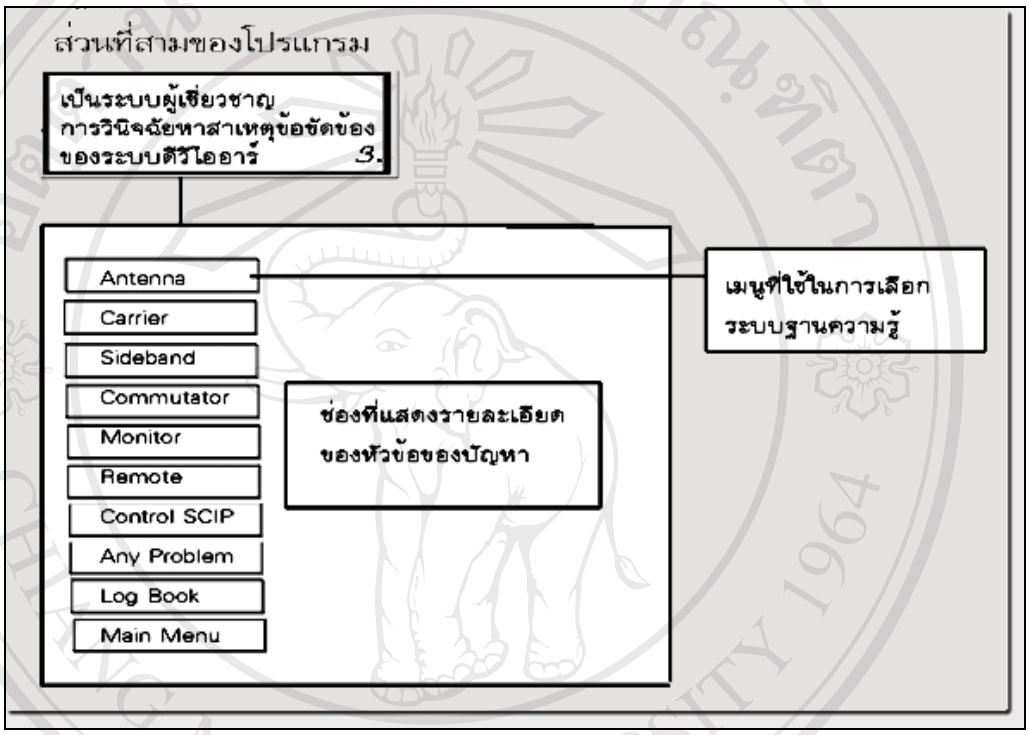


รูปที่ 4.10 หน้าแรกของโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ ฯ

ในส่วนคำสั่ง Troubleshooting Expert System จะประกอบไปด้วยฐานความรู้ระบบสายอากาศ ฐานความรู้ระบบแคร์เรีย ฐานความรู้ระบบความถี่ไซด์แบนด์ ฐานความรู้ระบบคอมมิวเตเตอร์ ฐานความรู้ระบบมอนิเตอร์ ฐานความรู้ระบบรีโมท ฐานความรู้ระบบคอนโทรล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สคริป และคำสั่งที่รวบรวมปัญหา หรือเทคนิคต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา ส่วนในกรณีผู้ใช้งานระบบต้องการจะเพิ่มปัญหาที่เกิดขึ้นใหม่ รวมถึงแนวทางแก้ไขปัญหา ผู้วิจัยได้ออกแบบให้บันทึกไว้ใน Log book ซึ่งผู้วิจัยหรือผู้ที่รับผิดชอบจะรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาเพิ่มเติมในส่วนของโปรแกรมต่อไป ดังในรูปที่ 4.10

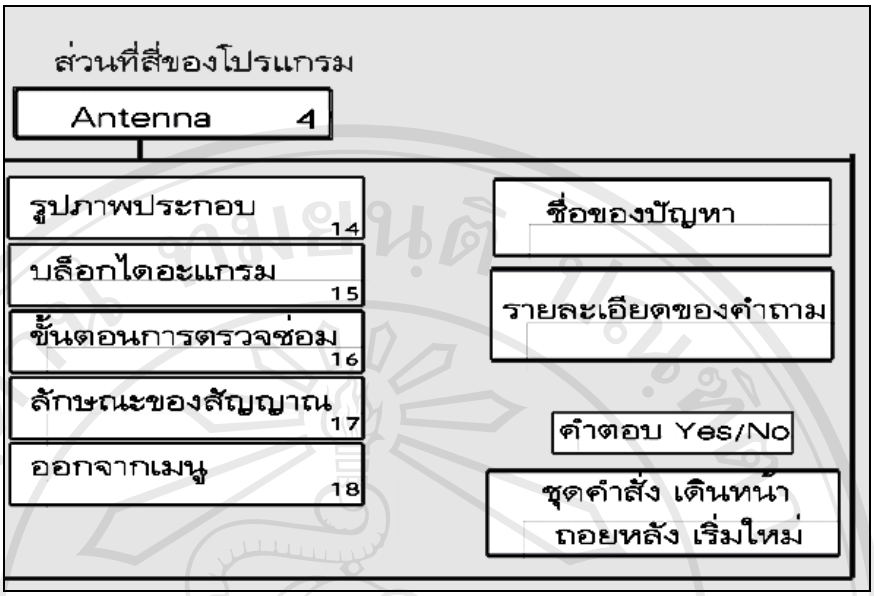


รูปที่ 4.11 ส่วนประสานกับผู้ใช้งานในส่วน
Troubleshooting Expert System ของโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ ฯ

4.4.2.6 การออกแบบส่วนการอธิบายความ (Explanation/Justifier Facility)

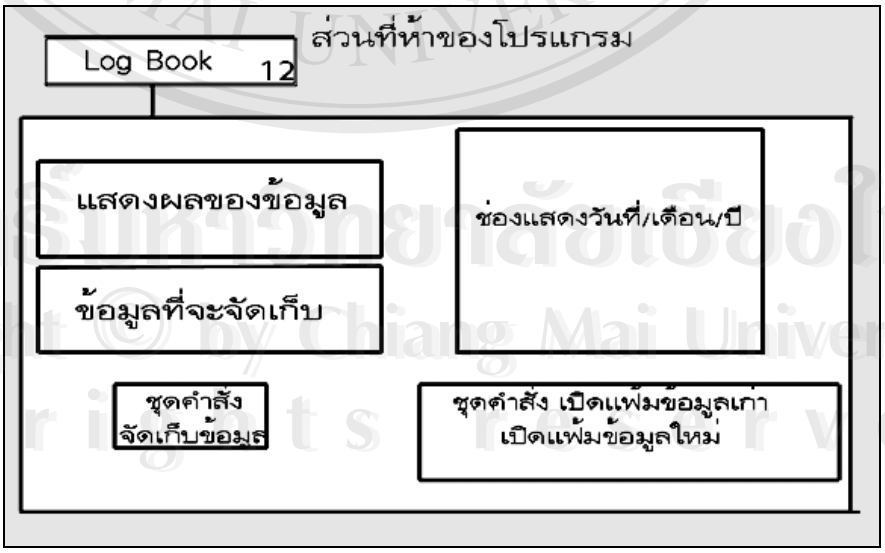
การอธิบายความผู้วิจัยได้ออกแบบให้เป็นส่วนที่ใช้ในการขยายความของข้อสรุปหรือคำตอบที่ได้จากส่วนกลไกอนุมาน (Inference Engine) เพื่อนำไปแสดงผลบอจอภาพของผู้ใช้ (User Interface) ทั้งนี้ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของการอธิบายของข้อสรุป รูปภาพประกอบลักษณะสัญญาณที่จุดวัดบนจุดใดจุดหนึ่งที่มีปัญหา และแนวทางการแก้ปัญหา ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้ได้คำตอบที่ชัดเจนที่สุด ดังรูปที่ 4.12 เป็นตัวอย่างในการออกแบบของฐานความรู้ระบบสายอากาศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.12 ส่วนประสานกับผู้ใช้งานของฐานความรู้ระบบสายอากาศ

กรณีที่ต้องการที่จะเพิ่มปัญหา และแนวทางแก้ไข สามารถเพิ่มได้ที่ Log Book โดยจะมีการเก็บในรูปแบบ ฐานข้อมูล Access ซึ่งสามารถสร้าง ฐานข้อมูลใหม่ได้ และสามารถเอาฐานข้อมูลเก่ามาเพิ่มเติมได้ ทั้งนี้การเพิ่มเติมฐานข้อมูลให้ระบบผู้เชี่ยวชาญ ฯ สามารถทำได้โดยผู้วิจัยเอง และผู้ที่มีความเกี่ยวข้อง ดังปรากฏในรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 ส่วนประสานกับผู้ใช้งานในส่วนการเพิ่มเติมข้อมูล

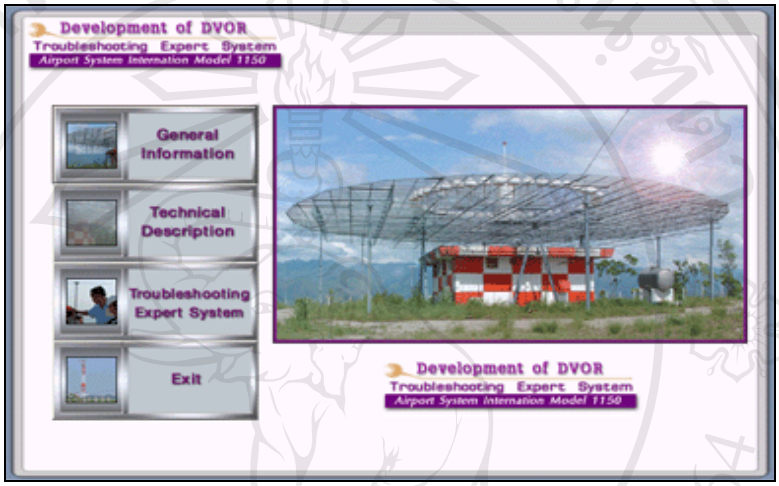
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4.3 **สร้างต้นแบบ**

เมื่อผู้วิจัยได้ออกแบบโครงสร้างของโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ ฯ เรียบร้อย ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม Microsoft Visual basic ในการพัฒนาดังนี้

4.4.3.1 **ต้นแบบส่วนประสานกับผู้ใช้**(User Interface)

หน้าแรกของโปรแกรม



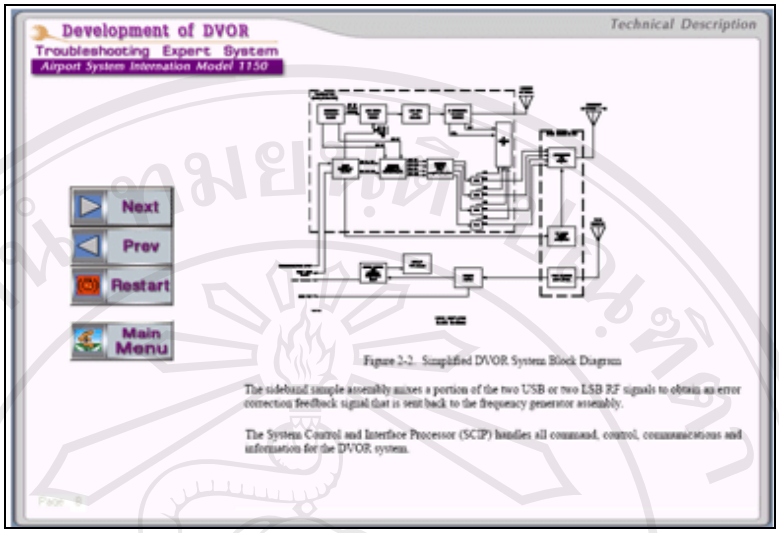
รูปที่ 4.14 หน้าแรกของโปรแกรม

General Information เป็นการบรรยายของการทำงานโดยทั่วไปของดีวีโออาร์

รูปที่ 4.15 General Information

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

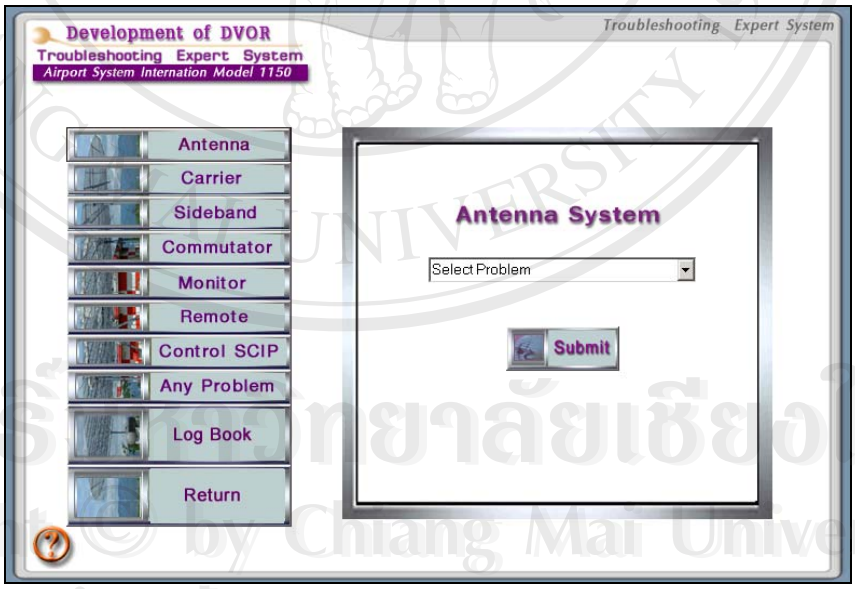
Technical Description เป็นการบรรยายของการทำงานทางเทคนิคของ ดีวีโออาร์



รูปที่ 4.16 Technical Description

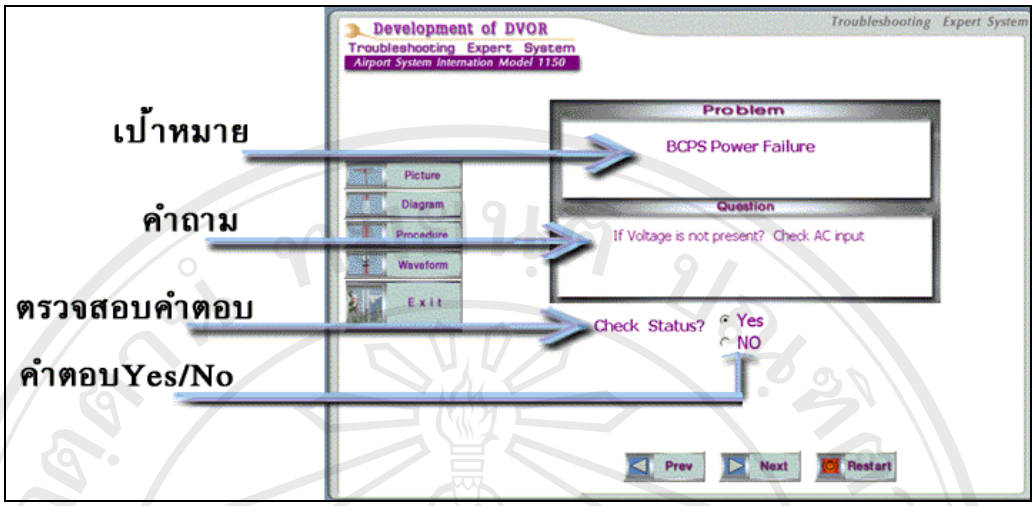
Troubleshooting Expert System

เป็นปุ่มคำสั่งที่จะเข้าถึงระบบผู้เชี่ยวชาญ ฯ

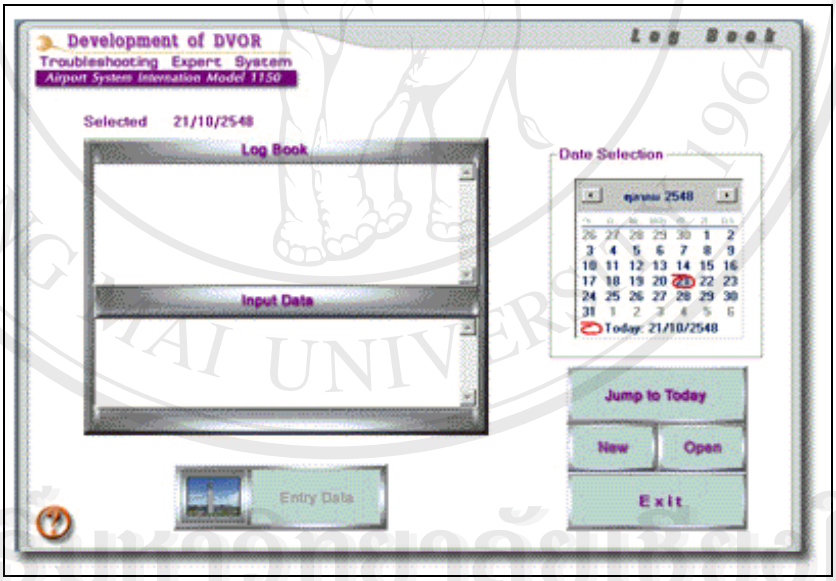


รูปที่ 4.17 Troubleshooting Expert System

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

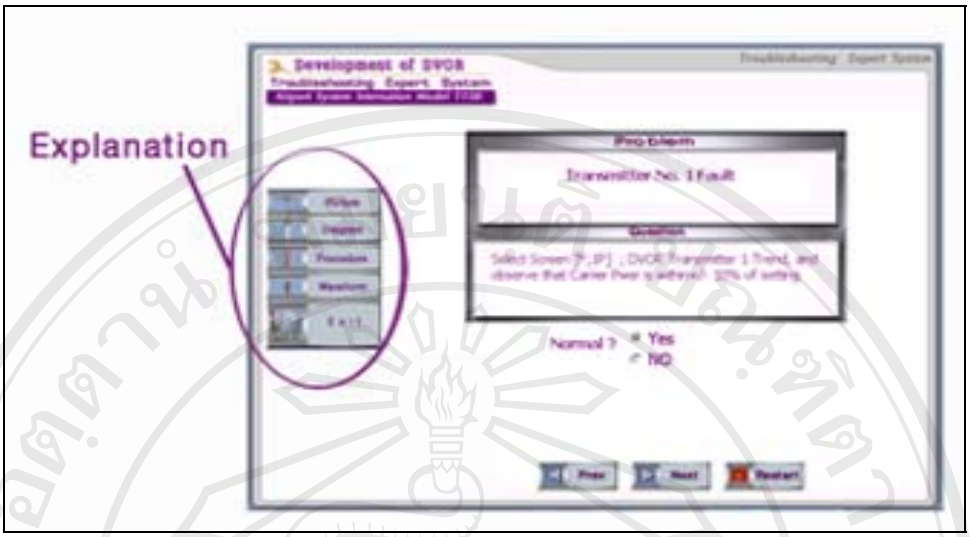


รูปที่ 4.18 Troubleshooting Expert System ในส่วนที่เลือกฐานความรู้ต่าง ๆ ที่แสดงถึงเป้าหมาย, คำถาม, ตรวจสอบคำถาม, และคำตอบ



รูปที่ 4.19 คำสั่ง Log Book เพิ่มเติมข้อมูลที่พบปัญหา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.20 ส่วนการอธิบายความ (Explanation/Justifier Facility)

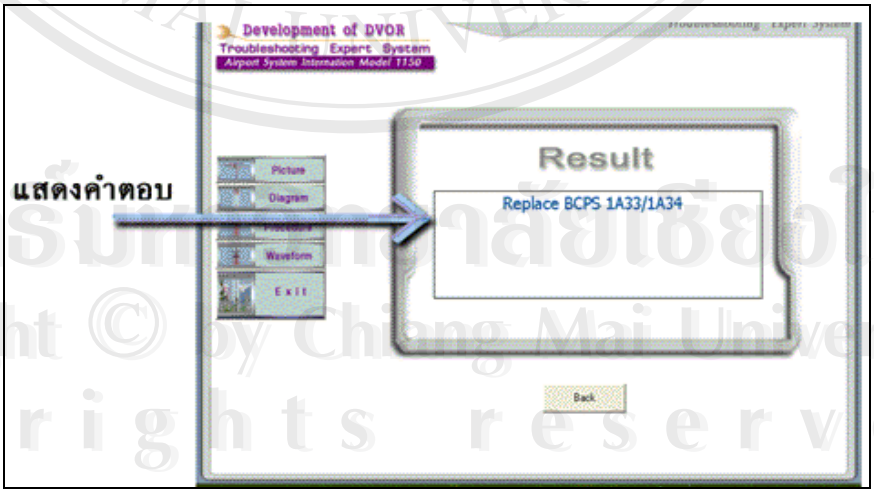
ในส่วนการอธิบายความ (Explanation/Justifier Facility) ประกอบด้วย

คำสั่งที่1 แสดงรูปภาพของส่วนประกอบต่าง ๆ ของดีวีโออาร์

คำสั่งที่2 แสดงถึงโครงสร้างขององค์ประกอบนั้น ๆ

คำสั่งที่3 แสดงถึงขั้นตอนการแก้ปัญหานั้น ๆ (Procedure)

คำสั่งที่4 แสดงถึงรูปสัญญาณไฟฟ้าที่จุดที่มีปัญหา

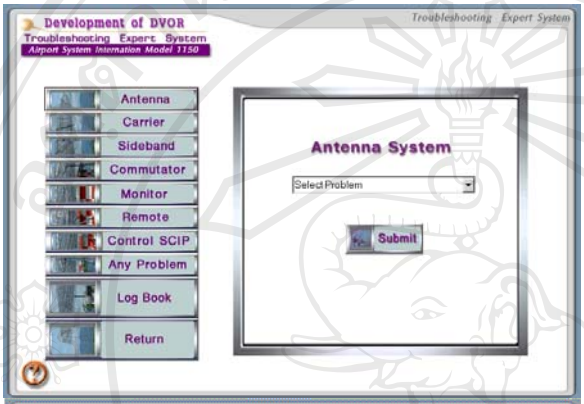
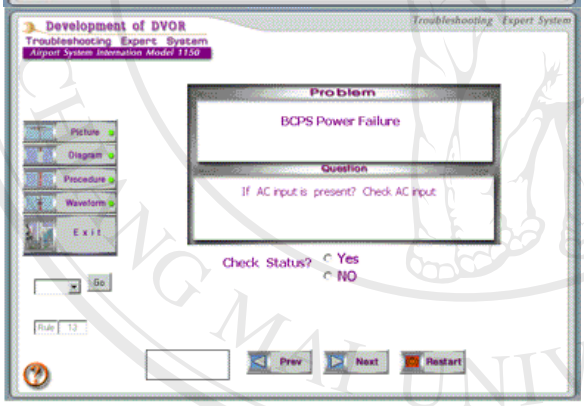
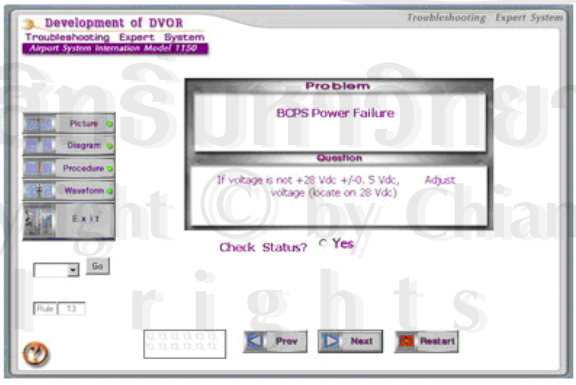


รูปที่ 4.21 การแสดงคำตอบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

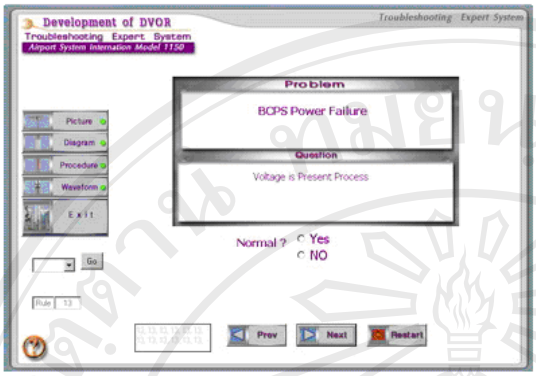
4.4.3.2 **การทำงานโปรแกรมต้นแบบโดยมีปัญหาที่** BCPS Power Failure

เป้าหมาย คือ หาสาเหตุที่ทำให้ BCPS Power Failure

ส่วนประสานกับผู้ใช้	**คำอธิบาย**
	เลือกหัวข้อหลัก ❑ Any Problem เลือกหัวข้อย่อย ❑ BCPS Power Failure
	คำถาม ❑ If AC input is present? Check AC input เลือกคำตอบ ❑ Yes ❑ No
	จากกฎที่ 1 ถ้าคำตอบ Yes คำถาม ❑ If voltage is +28 Vdc +/- 0. 5 Vdc Adjust voltage (locate on 28 Vdc) เลือกคำตอบ Yes

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนประสานกับผู้ใช้งาน **คำอธิบาย**

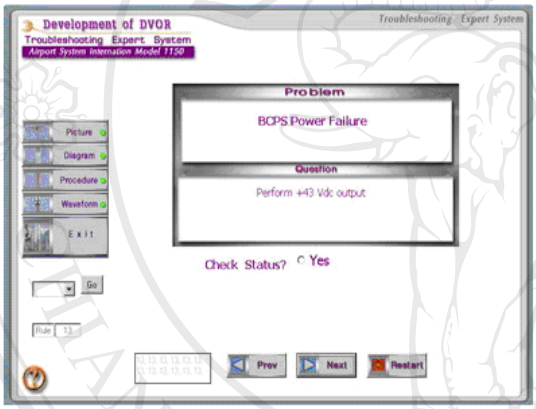


คำถาม

- ❑ If Voltage is present Process?

เลือกคำตอบ

- ❑ Yes
- ❑ No



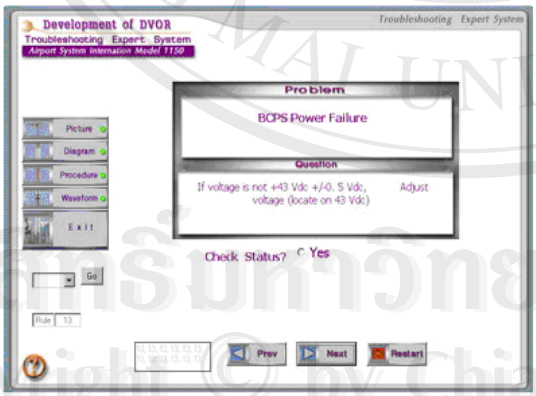
ถ้าคำตอบ Yes

คำถาม

- ❑ Perform +43 Vdc output

เลือกคำตอบ

Yes



ถ้าคำตอบ Yes

คำถาม

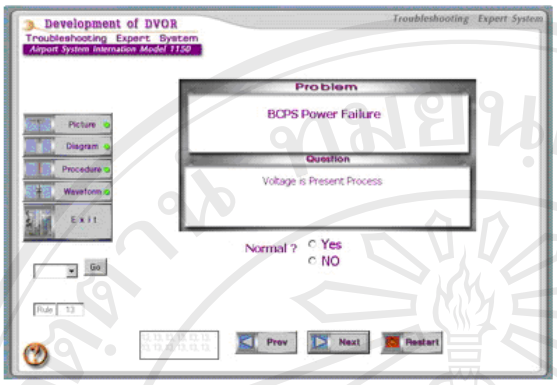
- ❑ If voltage is +43 Vdc +/-0. 5 Vdc, Adjust voltage (locate on 43 Vdc)

เลือกคำตอบ

- ❑ Yes

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนประสานกับผู้ใช้งาน **คำอธิบาย**

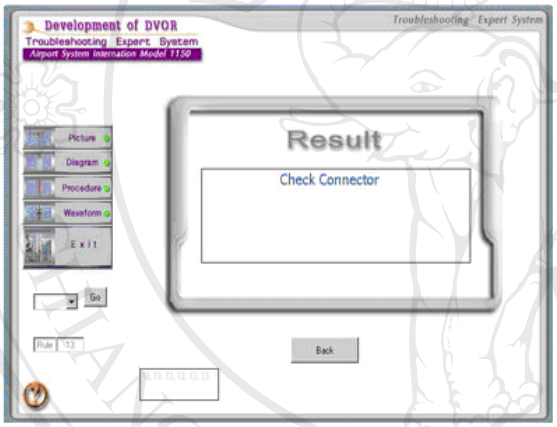


คำถาม

- ❑ If Voltage is present Process?

เลือกคำตอบ

- ❑ Yes
- ❑ No

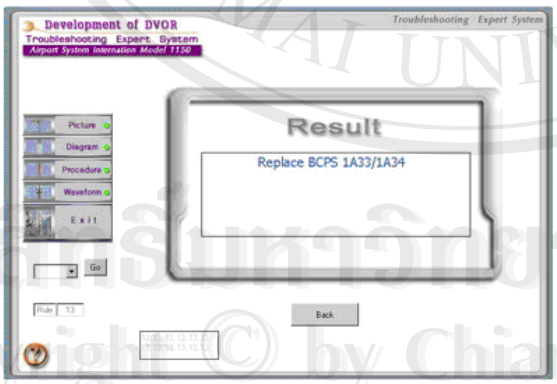


จากกฎที่ 6

ถ้าคำตอบ Yes

คำตอบ

Check Connector



จากกฎที่ 6

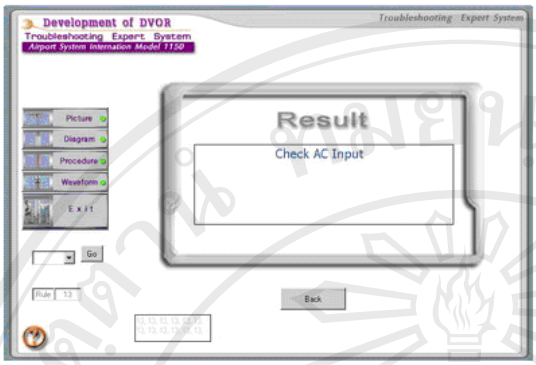
ถ้าคำตอบ No

คำตอบ

Replace BCPS 1A33/1A34

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนประสานกับผู้ใช้งาน **คำอธิบาย**

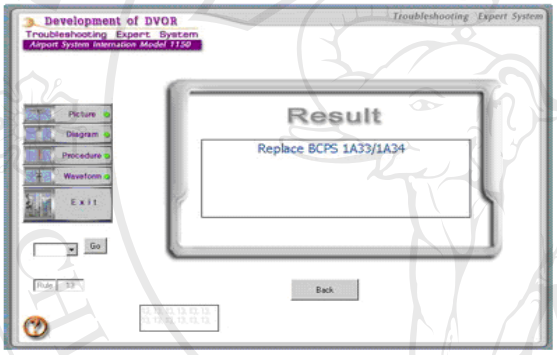


จากกฎที่ 1

ถ้าคำตอบ No

คำตอบ

- ❑ Check AC Input



จากกฎที่ 3

ถ้าคำตอบ No

คำตอบ

- ❑ Replace BCPS 1A33/1A34

จากรูปแบบโปรแกรมต้นแบบโดยมีปัญหาที่ BCPS Power Failure เป้าหมาย คือ หาสาเหตุที่ทำให้ BCPS Power Failure นำมาทำเป็นตารางแสดงความรู้ได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงความรู้ที่ใช้ในการวินิจฉัยหาสาเหตุขัดข้อง ดีวีโออาร์ ปัญหา BCPS Power Failure

กฎ	การซักถาม	นิพจน์	ผล	สรุป	นิพจน์
R1	Check AC input is present?	A	Yes No	Check +28 VDC Check No AC Connector	B C
R2	+28 VDC is Present?	B	Yes No	Check +43 VDC Replace BCPS 1A33/1A34	D E
R3	+43 VDC is Present.	D	Yes No	Check Connector Replace BCPS 1A33/1A34	F E

จากตารางแสดงความรู้ที่ใช้ในการวินิจฉัยหาสาเหตุขัดข้องของ ดีวีโออาร์ รุ่น เอเอสไอ 1150 นำมาแสดงในรูปของกฎ

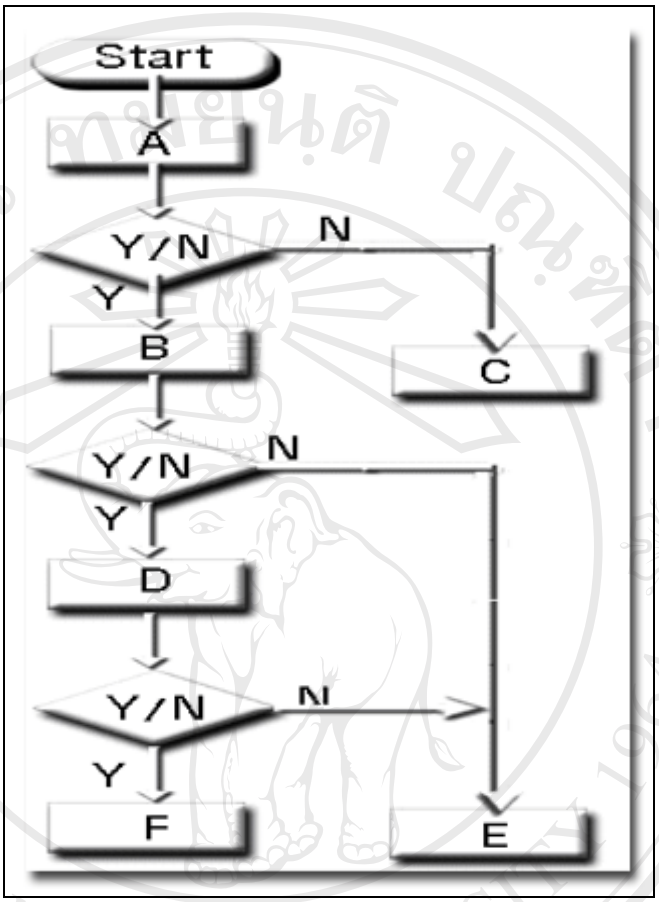
R1: IF A THEN B
ELSE C

R2: IF B THEN D
ELSE E

R3: IF D THEN E
ELSE F

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จากนิพจน์ของทั้ง 3 กฎ สามารถลำดับขั้นตอนการทำงานได้แผนภาพดังรูปที่ 4.21



รูปที่ 4.22 แสดงกลไกการค้นหาเพื่อการอนุมานแบบไปข้างหน้า (Forward Chaining Inference)

4.5 ทดสอบ และปรับปรุงระบบ

การทดสอบระบบผู้เชี่ยวชาญการวินิจฉัยหาสาเหตุข้อขัดข้องดีวีโออาร์ ได้แบ่งขั้นตอนการทดสอบออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

1) การทดสอบ โดยทำงานระบบเดิม
2) การทดสอบ โดยโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญการวินิจฉัยหาสาเหตุข้อขัดข้องดีวีโออาร์
3) การทดสอบ โดยวิศวกรผู้ที่เชี่ยวชาญโดยตรง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ในการทดสอบครั้งนี้ ได้ทดสอบจากวิศวกรที่ปฏิบัติงานจริงซึ่งอยู่ในระบบหมุนเวียน 5 ท่าน จากทั้งหมดที่มี 15 ดังมีรายชื่อต่อไปนี้

- นายศุภมิตร อยู่เกตุ
- นายจรูญศักดิ์ วิริยะเสนา
- นางพรทิพย์ เจริญสุข
- นางนันทนา อัครสูริย์
- นางสุรีวรรณ พงษ์สุข

วิศวกรที่เชี่ยวชาญในระบบ ดีวีโออาร์ คือ

- นายจิตติ ธรรมอำนวยสุข
- นางสาวณัฐพร อุปสรรค์

โดยใช้ฐานความรู้ และอาการขัดข้องของ ดีวีโออาร์ดังนี้

อาการขัดข้อง 1 ฐานความรู้ระบบเครื่องส่ง แคร์เรีย
ปัญหาขัดข้อง คือ No Carrier Power Output

อาการขัดข้อง 2 ฐานความรู้ระบบเครื่องส่ง ไซด์แบนด์
ปัญหาขัดข้อง คือ No Upper Sideband Output

อาการขัดข้อง 3 ฐานความรู้ระบบดีวีโออาร์ คอมมิวเตเตอร์
ปัญหาขัดข้อง คือ Switch Pin Diode

อาการขัดข้อง 4 ฐานความรู้ระบบมอนิเตอร์
ปัญหาขัดข้อง คือ Monitor No.1 Fault

อาการขัดข้อง 5 ฐานความรู้ระบบสายอากาศ
ปัญหาขัดข้อง คือ Check Antenna VSWR

อาการขัดข้อง 6 ฐานความรู้ระบบคอนโทรลสคริป
ปัญหาขัดข้อง คือ SCIP Fault

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5.1 การทดสอบ โดยทำงานระบบเดิม

การทดสอบ โดยทำงานในระบบเดิมได้ทดสอบจากวิศวกรที่ปฏิบัติงานจริงซึ่งอยู่ในระบบหมุนเวียน ทั้งนี้อ้างขั้นถึงตอนการทำงานในระบบเดิมที่ *หัวข้อ 4.1.1 ระบบงานปัจจุบันเมื่อระบบดีวีโออาร์ ขัดข้องใช้งานไม่ได้*

ตารางที่ 4.4 การทดสอบโดยการทำงานระบบเดิม

ลำดับที่	วิศวกร	อาการขัดข้อง (นาที)						เวลารวม (นาที)
		1	2	3	4	5	6	
1	นายศุภมิตร อยู่เกตุ	45	60	90	60	45	60	360
2	นายจรูญศักดิ์ วิริยะเสนา	50	60	90	50	60	90	400
3	นางพรทิพย์ เจริญสุข	60	120	90	60	60	90	480
4	นางนันทนา อัครสูริย์	90	90	60	90	45	90	465
5	นางสุรีวรรณ พงษ์สุข	60	90	60	50	45	90	395
รวม (นาที)								2100
รวม (ชั่วโมง)								35.00
ค่าเฉลี่ยชั่วโมง การแก้ปัญหาของวิศวกร (ชั่วโมง/วิศวกร)								**7.00**

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5.2 การทดสอบ โดยโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญการวินิจฉัยหาสาเหตุข้อขัดข้องดีวีโออาร์

ตารางที่ 4.5 การทดสอบ โดยโปรแกรม
ระบบผู้เชี่ยวชาญการวินิจฉัยหาสาเหตุข้อขัดข้องดีวีโออาร์

ลำดับที่	วิศวกร	อาการขัดข้อง (นาที)						เวลารวม (นาที)
		1	2	3	4	5	6	
1	นายศุภมิตร อยู่เกตุ	30	30	45	30	45	30	210
2	นายจรูญศักดิ์ วิริยะเสนา	40	45	45	30	30	30	220
3	นางพรทิพย์ เจริญสุข	60	60	30	45	60	60	315
4	นางนันทนา อัครสูริย์	30	60	50	45	45	60	290
5	นางสุรีวรรณ พงษ์สุข	45	45	60	50	45	45	290
รวม (นาที)								1325
รวม (ชั่วโมง)								22.08
ค่าเฉลี่ยชั่วโมง การแก้ปัญหาของวิศวกร(ชั่วโมง/วิศวกร)								**4.42**

4.5.3 การทดสอบ โดยวิศวกรผู้ที่เชี่ยวชาญโดยตรง

ตารางที่ 4.6 การทดสอบ โดยวิศวกรผู้ที่เชี่ยวชาญโดยตรง

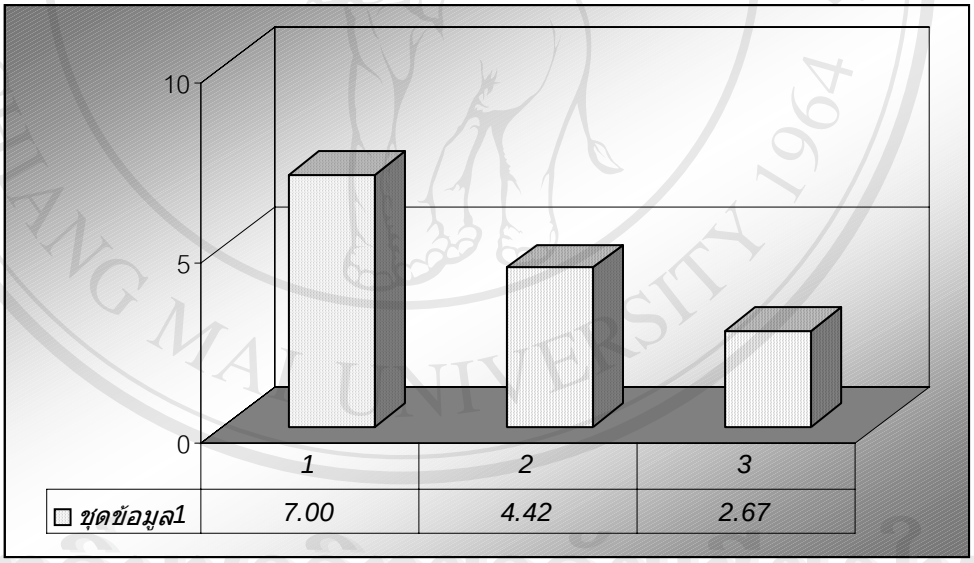
ลำดับที่	วิศวกร	อาการขัดข้อง (นาที)						เวลารวม (นาที)
		1	2	3	4	5	6	
1	นายจิตติ ธรรมอำนวยสุข	30	30	20	30	20	20	150
2	นางสาวณัฐพร อุปสรรค์	30	30	30	30	20	30	170
รวม (นาที)								320
รวม (ชั่วโมง)								5.33
ค่าเฉลี่ยชั่วโมง การแก้ปัญหาของวิศวกร (ชั่วโมง/วิศวกร)								**2.67**

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5.4 สรุปการทดสอบ

ตารางที่ 4.7 สรุปการทดสอบ

ลำดับ	การทดสอบ	(ชั่วโมง/วิศวกร)
1	โดยทำงานระบบเดิม	7.00
2	โดยโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญการวินิจฉัยหาสาเหตุข้อขัดข้องของ ดีวีโออาร์	4.42
3	โดยวิศวกรผู้ที่เชี่ยวชาญโดยตรง	2.67



รูปที่ 4.23 กราฟสรุปการทดสอบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการทดสอบจะเห็นได้ว่า วิศวกรที่ปฏิบัติงานแบบเดิม จะทำการแก้ปัญหาประมาณ 7 ชั่วโมงต่อวิศวกร แต่ถ้าใช้โปรแกรมจะใช้เวลา 4.42 ชั่วโมงต่อวิศวกร จะเห็นได้ว่าลดชั่วโมงในการแก้ปัญหาได้ประมาณ ร้อยละ 36 ส่วนวิศวกรที่เชี่ยวชาญการแก้ปัญหาจะใช้เวลาประมาณ 2.67 ชั่วโมง โดยการทดสอบ ผู้เชี่ยวชาญไม่ได้ใช้ระบบโปรแกรมผู้เชี่ยวชาญ ฯ คอมพิวเตอร์ทดสอบ จะใช้ความรู้ของผู้เชี่ยวชาญอย่างเดียว

ทั้งนี้จากการทดสอบเอง พนักงานยังขาดทักษะในการใช้โปรแกรม รวมถึงโปรแกรมเองที่ยังต้องปรับปรุงให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น เพื่อให้มีเป้าหมาย การวินิจฉัยปัญหาเทียบเท่าผู้เชี่ยวชาญ หรือใกล้เคียงที่สุด

4.5.5 การปรับปรุงระบบ

จากการที่พนักงานได้ทดสอบโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ ฯ และได้ระบุปัญหาดังต่อไปนี้

1) ระบบการบรรยายด้วยภาพยังมีน้อย
2) ลักษณะสัญญาณ (Wave Form) ที่อ้างอิงยังมีน้อย
3) อยากให้มีระบบผู้เชี่ยวชาญ ฯ อยู่ในระบบเครือข่าย (Network)
4) ไม่มีระบบ Logbook เพื่อเพิ่มข้อมูลที่พบใหม่ ๆ
5) หัวข้อปัญหาอยากให้มีมากกว่านี้

เมื่อได้รับคำแนะนำต่าง ๆ ผู้วิจัยจึงได้มีการปรับปรุงระบบดังนี้

1) ได้เพิ่มระบบการบรรยายด้วยภาพจาก 20 รูป เป็น 50 รูป
2) ได้เพิ่มลักษณะสัญญาณอ้างอิงจาก 20 รูป เป็น 40 รูปตามจุดวัดอ้างอิงต่าง ๆ
3) ระบบผู้เชี่ยวชาญ ฯ อยู่ในระบบเครือข่าย (Network) ไม่ได้เนื่องมาจากลักษณะของสถานที่ ที่ไม่มีความสะดวกในการติดตั้งระบบเครือข่าย และจะต้องมีการใช้งบประมาณเพิ่มขึ้น
4) ผู้วิจัยได้เพิ่มระบบ Logbook เพื่อเพิ่มข้อมูลที่พบเห็น และมีการบันทึกการทำงานประจำวันภายในโปรแกรม
5) ผู้วิจัยได้เพิ่มหัวข้อปัญหาจาก 100 ข้อ เป็น 170 ข้อ

4.6 ระบบที่ได้

ผู้วิจัยได้ปรับปรุงโครงสร้างโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ ฯ หลังจากได้มีการทดสอบจากพนักงานที่ปฏิบัติงานจริง และวิศวกรที่เชี่ยวชาญในระบบดีวีโออาร์ ทั้งนี้เพื่อให้โปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ ฯ เป็นโปรแกรมที่ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้มากที่สุด โดยจะทำให้โปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ ฯ สามารถวินิจฉัยปัญหาได้ใกล้เคียงวิศวกรที่เชี่ยวชาญในระดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

หนึ่ง และจะทำให้ในหน่วยงานของผู้วิจัยเอง ได้มีเครื่องมือระบบผู้เชี่ยวชาญในการวินิจฉัย และหาสาเหตุขัดข้องดีวีโออาร์รุ่นเอเอสไอ 1150 ในการปฏิบัติงานจริงต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved