# บทที่ 6

## ระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อใช้ในการวิเคราะห์สาเหตุการเกิดฟอลท์

จากบทที่ 5 เราจะนำเอาข้อมูลของระบบสายส่งไฟฟ้า โดยยึดเอาสายส่งจากสถานีไฟฟ้าแรงสูงหาดใหญ่ 2 ไปสถานีไฟฟ้าแรงสูงสะเดา เพื่อนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุของฟอลท์ชนิดต่างๆ ซึ่งจะนำเอาข้อมูลสถิติของการเกิดในแต่ละเหตุการณ์จากแต่ละสายส่ง เพื่อวิเคราะห์ให้อยู่ในข่ายที่จะเกิดในสายส่งที่ศึกษา หรือสายส่งชุดสะเดานั้นเอง ซึ่งสถิติการเกิดฟอลท์ในระบบสายส่งทั้งหมดได้นำมาจากข้อมูลการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยที่ได้เก็บรวบรวม และบันทึกจากผู้ปฏิบัติงานภายในสถานีไฟฟ้าแรงสูงต่างๆ ซึ่งจะได้กล่าวถึงข้อมูล และการวิเคราะห์ต่อไป

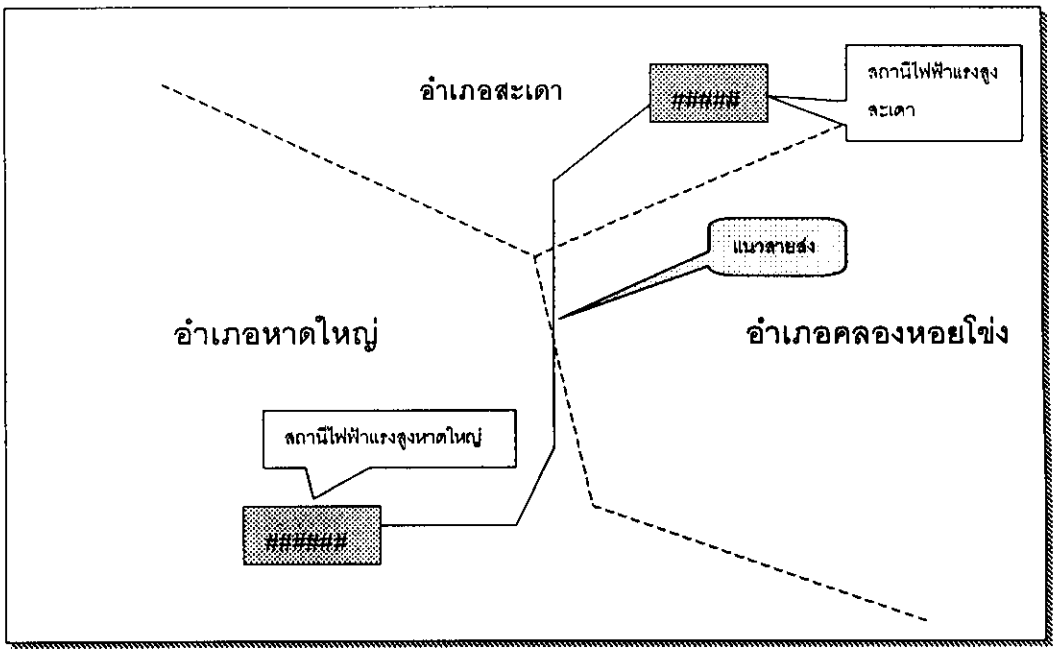
### 6.1 ข้อมูลสถิติของการเกิดฟอลท์

เนื่องจากการที่จะทำให้ระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถวิเคราะห์หาสาเหตุของฟอลท์ได้นั้น จำเป็นที่ระบบจะต้องมีข้อมูลของการเกิดฟอลท์ชนิดต่างๆ โดยเฉพาะ และการเกิดขึ้นในแต่ละชนิดยังให้สภาวะ และปัจจัยที่แตกต่างกันอีกด้วย ดังนั้นก่อนที่เราจะวิเคราะห์ลงลึกถึงจุดนี้ จำเป็นต้องมีข้อมูลที่เหมาะสมอยู่เพียงพอที่จะนำมาหาสภาวะและปัจจัยของการเกิดฟอลท์แต่ละชนิดด้วย ดังตัวอย่างการบันทึกข้อมูลดังตารางประกอบ 6-1 ถึง 6-10 ซึ่งข้อมูลจะนำมาจากสถิติการเกิดฟอลท์จากสายส่งที่เชื่อมโยงกับสถานีไฟฟ้าแรงสูงหาดใหญ่ 2 ซึ่งมีดังนี้

1.สถานีไฟฟ้าแรงสูงสงขลา
2.สถานีไฟฟ้าแรงสูงหาดใหญ่ 1
3.สถานีไฟฟ้าแรงสูงสะเดา
4.สถานีไฟฟ้าแรงสูงพัทลุง
5.สถานีไฟฟ้าแรงสูงปัตตานี
6.สถานีไฟฟ้าแรงสูงยะลา

ในการวิเคราะห์หาสาเหตุของฟอลท์นี้ได้เลือกที่จะศึกษาบนสายส่งสถานีไฟฟ้าแรงสูงสะเดา ซึ่งระบบการป้องกันไม่มีความซับซ้อนมากนัก ในการวิเคราะห์ดังภาพประกอบ 6-1 เป็นการส่งจ่ายไฟฟ้าจากสถานีไฟฟ้าแรงสูงหาดใหญ่ 2 ไปสถานีไฟฟ้าแรงสูงสะเดา ตามแนวของสายส่งจะเดินสายตามแนวผ่านอำเภอ 3 อำเภอ คือ อำเภอหาดใหญ่ อำเภอคลองหอยโข่ง และอำเภอสะเดา ด้วยสายส่งเป็นระบบ 115 kV จำนวน 1 ชุดวงจร ซึ่งมีขนาดสาย 477 MCM เป็นสายอลูมีเนียมแกน

เหล็ก (ACSR) ด้วยระยะทาง 43.915 กิโลเมตร ใช้เสาส่งชนิด 131T เดินสายแบบ สายเดินอากาศ ตลอดแนวสายผ่านพื้นที่ ที่เต็มไปด้วยสภาพแวดล้อมที่เป็นป่า โดยเฉพาะยางพาราตลอดแนวสายส่ง ซึ่งบางแนวสายจะผ่านที่อยู่อาศัย แต่ก็ไม่มากนัก




ภาพประกอบ 6-1 แนวเขตสายส่งหาดใหญ่ 2-สะเดา

**6.2 สาเหตุของการเกิดฟอลท์แบ่งตามการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย**

**(1) สาเหตุที่ 1** ดังตารางประกอบ 6-1

ตารางประกอบ 6-1 สาเหตุของฟอลท์ชนิดที่ 1 จากสภาวะอากาศ

| สาเหตุที่ | เกิดจาก | สภาวะและปัจจัย |
|---|---|---|
| 1 | จากสภาวะอากาศ | มีตัวป้องกันอันตรายเนื่องจากฟ้าผ่า หรือ Lightning Arrester ทำงาน |

การเกิดฟอลท์ในสาเหตุที่ 1 นี้ส่วนมากจะเกิดจากการเกิดฟ้าผ่าทั้งหมด ซึ่งจะทำให้อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเป็นตัวป้องกันฟ้าผ่าซึ่งปกติจะติดตั้งอยู่ในตอนต้นทาง ปลายทางของสายส่ง และอาจติดตั้งเป็นส่วนหนึ่งของการป้องกันหม้อแปลงอีกด้วย ซึ่งอุปกรณ์ป้องกันตัวนี้จะทำงานก็ต่อเมื่อตัวมันเองตรวจพบแรงดัน และกระแสเกินไหลผ่านตัวมัน

(2) สาเหตุที่ 2 ดังตารางประกอบ 6-2

ตารางประกอบ 6-2 สาเหตุของฟอลท์ชนิดที่ 2 เกิดจากสภาพแวดล้อม

| สาเหตุที่ | เกิดจาก | สภาวะและปัจจัย |
|---|---|---|
| 2 | จากสภาพแวดล้อม | -เบรกเกอร์วงจรสายส่งทำงาน<br>-ช่วงเวลาที่เกิดจะเป็นช่วงเช้าถึงเย็น<br>-สภาพอากาศปกติหรือมืดครึ้ม<br>-เกิดขึ้นได้กับ 1 และ 3 เฟส<br>-รีเลย์ระยะทางทำงาน<br>-Line Fault Locator ทำงาน |

การเกิดฟอลท์ในสาเหตุที่ 2 เกิดจากสภาพแวดล้อมภายใต้แนวสายส่ง เช่นการเกิดไฟไหม้ในแนวสาย ต้นไม้ล้มพาดสายส่ง หรือแม้กระทั่งมีสิ่งแปลกปลอมแตะโดนสายส่ง ซึ่งจะทำให้อุปกรณ์ป้องกันบางอันทำงานเช่น รีเลย์ระยะทาง (Distance Relay) หรือเบรกเกอร์ป้องกันสายส่งทำงาน ซึ่งจะเห็นได้ว่าสาเหตุนี้จะเกิดในแนวสายส่งเสียเป็นส่วนใหญ่

(3) สาเหตุที่ 3 ดังตารางประกอบ 6-3

ตาราง 6-3 สาเหตุของฟอลท์ชนิดที่ 3 จากโรงไฟฟ้าขัดข้อง

| สาเหตุที่ | เกิดจาก | สภาวะและปัจจัย |
|---|---|---|
| 3 | จากโรงไฟฟ้าข้อง | รีเลย์ความถี่ต่ำหรือ Under Frequency Relay ทำงาน |

การเกิดฟอลท์ในสาเหตุที่ 3 นี้เกิดจากโรงไฟฟ้าขัดข้อง ซึ่งมีผลทำให้รีเลย์ความถี่ต่ำที่คอยตรวจสอบความถี่ของระบบ โดยเฉพาะคอยตรวจสอบสายส่งระหว่างโรงจักรกับสถานีไฟฟ้าแรงสูง ซึ่งหากตรวจพบความถี่ในระบบต่ำกว่ามาตรฐานก็จะสั่งปลดโหลดทันที ซึ่งส่วนมากการเกิดในกรณีนี้จะมาจากการที่โรงไฟฟ้าไม่สามารถจ่ายโหลดในขณะนั้นได้หมดนั้นเอง

(4) สาเหตุที่ 4 ดังตารางประกอบ 6-4

ตารางประกอบ 6-4 สาเหตุของฟอลท์ชนิดที่ 4 จากอุปกรณ์ผิดปกติ

| สาเหตุที่ | เกิดจาก | สภาวะและปัจจัย |
|---|---|---|
| 4 | จากอุปกรณ์ผิดปกติ | -เบรกเกอร์สายส่งหรือหม้อแปลงทำงาน<br>-เกิดได้ทุกช่วงเวลา<br>-จะเกิดขึ้นทั้งสามเฟส<br>-รีเลย์แบบผลต่างหม้อแปลงทำงาน |

การเกิดฟอลท์ในสาเหตุที่ 4 นี้เกิดจากอุปกรณ์ผิดปกติ เช่น อุปกรณ์ในสถานีไฟฟ้าแรงสูงชำรุด เสาไฟฟ้าล้ม หรืออุปกรณ์สายส่งชำรุด เป็นต้น ซึ่งจะเกิดได้ทุกช่วงเวลาไม่สามารถคาดเดาได้ และในการเกิดจะเกิดขึ้นทั้งสามเฟสเสียเป็นส่วนใหญ่ อุปกรณ์ป้องกันที่ทำงานก็มีเช่น เบรกเกอร์สายส่งหรือหม้อแปลงทำงาน เช่น หากมีการผิดปกติเกิดขึ้นของอุปกรณ์ในสายส่งก็จะทำให้เบรกเกอร์ที่ควบคุมการจ่ายไฟฟ้าในสายส่งทำงาน หรือหากเป็นในสถานีไฟฟ้าแรงสูงก็จะเป็นเบรกเกอร์ของหม้อแปลงทำงานโดยการสั่งปลดของรีเลย์ป้องกันผลต่างหม้อแปลงนั่นเอง

(5) สาเหตุที่ 5 ดังตารางประกอบ 6-5

ตารางประกอบ 6-5 สาเหตุของฟอลท์ชนิดที่ 5 เกิดจากรีเลย์ป้องกันทำงานผิดพลาด

| สาเหตุ | เกิดจาก | สภาวะและปัจจัย |
|---|---|---|
| 5 | จากรีเลย์ป้องกันทำงานผิดพลาด | -สามารถเกิดได้กับทุกวงจร<br>-ทุกช่วงเวลา<br>-ทุกสภาวะอากาศ<br>-เกิดได้ทั้ง1, 2 หรือ 3 เฟส<br>-รีเลย์บัส รีเลย์ระยะทาง รีเลย์ความถี่ทำงาน |

การเกิดฟอลท์ในสาเหตุที่ 5 นี้เกิดจากรีเลย์ป้องกันทำงานผิดพลาดเอง ซึ่งจะเกิดได้กับทุกๆ วงจร ทุกช่วงเวลา ทุกสภาวะอากาศ ทุกเฟส โดยรีเลย์ที่ชอบทำงานผิดพลาดมักเกิดจากรีเลย์ประเภทรีเลย์บัส รีเลย์ระยะทางป้องกันสายส่ง หรือ รีเลย์ที่ใช้สำหรับป้องกันในกรณีความถี่ของระบบต่ำ

กว่ามาตรฐานทำงานผิดพลาดกันเองซึ่งอาจเกิดจากการที่ระบบถูกติดตั้งผิดพลาดหรือ อายุการใช้งานและการซ่อมบำรุงที่นานเกินไปก็อาจเป็นได้

**(6) สาเหตุที่ 6** ดังตารางประกอบ 6-6

ตารางประกอบ 6-6 สาเหตุของฟอลท์ชนิดที่ 6 เกิดจากการกระทำของคน

| สาเหตุที่ | เกิดจาก | สภาวะและปัจจัย |
|---|---|---|
| 6 | จากการกระทำของคน | -เกิดได้เช่นเดียวกับข้อที่ 5<br>-มีคนทำงานบริเวณระบบส่ง |

การเกิดฟอลท์ในสาเหตุที่ 6 นี้เกิดจากการกระทำของคนที่ทำงานในบริเวณระบบส่ง ซึ่งทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งผิดพลาดทำให้ส่งผลต่อการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันตัวใดตัวหนึ่งหรือมากกว่า เช่น การทำงานก่อสร้างใต้สายส่งแล้วอุปกรณ์การก่อสร้างไปโดนสายเส้นใดเส้นหนึ่งหรือมากกว่าทำให้เกิดการลัดลงจร หรืออวัยวะของผู้ปฏิบัติงานไปโดนส่วนสำคัญของระบบส่งที่ทำให้อุปกรณ์ป้องกันมองเห็นว่าเกิดสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นก็อาจเป็นได้ ซึ่งทั้งหมดก็พอสรุปได้ว่าฟอลท์เกิดจากการกระทำของคนนั้นเอง

**(7) สาเหตุที่ 7** ดังตารางประกอบ 6-7

ตารางประกอบ 6-7 สาเหตุของฟอลท์ชนิดที่ 7 เกิดจากการกระทำของสัตว์

| สาเหตุที่ | เกิดจาก | สภาวะและปัจจัย |
|---|---|---|
| 7 | จากการกระทำของสัตว์ | -เบรกเกอร์วงจรหม้อแปลงทั้งแรงสูงและแรงต่ำทำงาน<br>-ช่วงที่เกิดจะแตกต่างตามชนิดของสัตว์<br>-สภาพอากาศปกติหรือมืดครึ้ม<br>-เกิดได้ทุกเฟส<br>-รีเลย์แบบผลต่างสำหรับหม้อแปลงทำงาน |

การเกิดฟอลท์ในสาเหตุที่ 7 ส่วนมากจะเกิดจากสัตว์แค่สามประเภทคือ นก งู และ แมว เป็นส่วนใหญ่ ที่ทำให้ระบบเกิดฟอลท์แล้วอุปกรณ์ป้องกันทำงาน ซึ่งในแต่ละประเภทนั้นจะทำให้

เกิดฟอลท์ต่างเวลากันกัน คือ นกจะเกิดในช่วงเช้าและบ่าย งูจะเกิดในช่วงกลางวัน ส่วนแมวจะเกิดในช่วงเวลากลางคืนเสียเป็นส่วนใหญ่ โดยอุปกรณ์ป้องกันที่ทำงานคือเบรกเกอร์วงจรหม้อแปลงทั้งแรงสูงและแรงต่ำทำงาน ซึ่งส่วนมากจะเกิดจากการสั่งทริปของรีเลย์ผลต่างสำหรับหม้อแปลงทำงาน

(8) สาเหตุที่ 8 ดังตารางประกอบ 6-8

ตารางประกอบ 6-8 สาเหตุของฟอลท์ชนิดที่ 8 เกิดจากข้อขัดข้องหรือฟอลท์ในระบบจำหน่าย

| สาเหตุที่ | เกิดจาก | สภาวะและปัจจัย |
|---|---|---|
| 8 | จากเหตุขัดข้องหรือฟอลท์ในระบบจำหน่าย | -เบรกเกอร์วงจรหม้อแปลงทั้งแรงสูงและแรงต่ำทำงาน<br>-เบรกเกอร์วงจรที่ต่อตรงกับลูกค้าทำงาน<br>-รีเลย์แบบกระแสเกินทำงาน<br>-เกิดได้ทุกช่วงเวลา<br>-ทุกสภาพอากาศ<br>-ทุกเฟส |

การเกิดฟอลท์ในสาเหตุที่ 8 ส่วนมากจะเป็นข้อขัดข้องหรือฟอลท์ในระบบจำหน่ายที่ทำให้เบรกเกอร์วงจรหม้อแปลง ซึ่งจะเป็นหม้อแปลงที่ต่อตรงกับลูกค้าทำงาน ซึ่งมีรีเลย์บางทีก็เป็นรีเลย์กระแสเกิน หรือรีเลย์แบบผลต่างป้องกันหม้อแปลงทำงาน

(9) สาเหตุที่ 9 ดังตารางประกอบ 6-9

ตารางประกอบ 6-9 สาเหตุของฟอลท์ชนิดที่ 9 เกิดจากการบำรุงรักษา

| สาเหตุที่ | เกิดจาก | สภาวะและปัจจัย |
|---|---|---|
| 9 | เกิดจากการบำรุงรักษา | -มีการทำงานภายในระบบส่ง |

การเกิดฟอลท์ในสาเหตุที่ 9 ส่วนมากจะเกิดขึ้นทั้งที่มีการวางแผนการทำงานเอาไว้ล่วงหน้า ซึ่งอาจเกิดจากการผิดพลาดของผู้ปฏิบัติงานเอง อุปกรณ์ที่ทำงานส่วนมากเป็นเบรกเกอร์หรือ Recloser ทำงาน

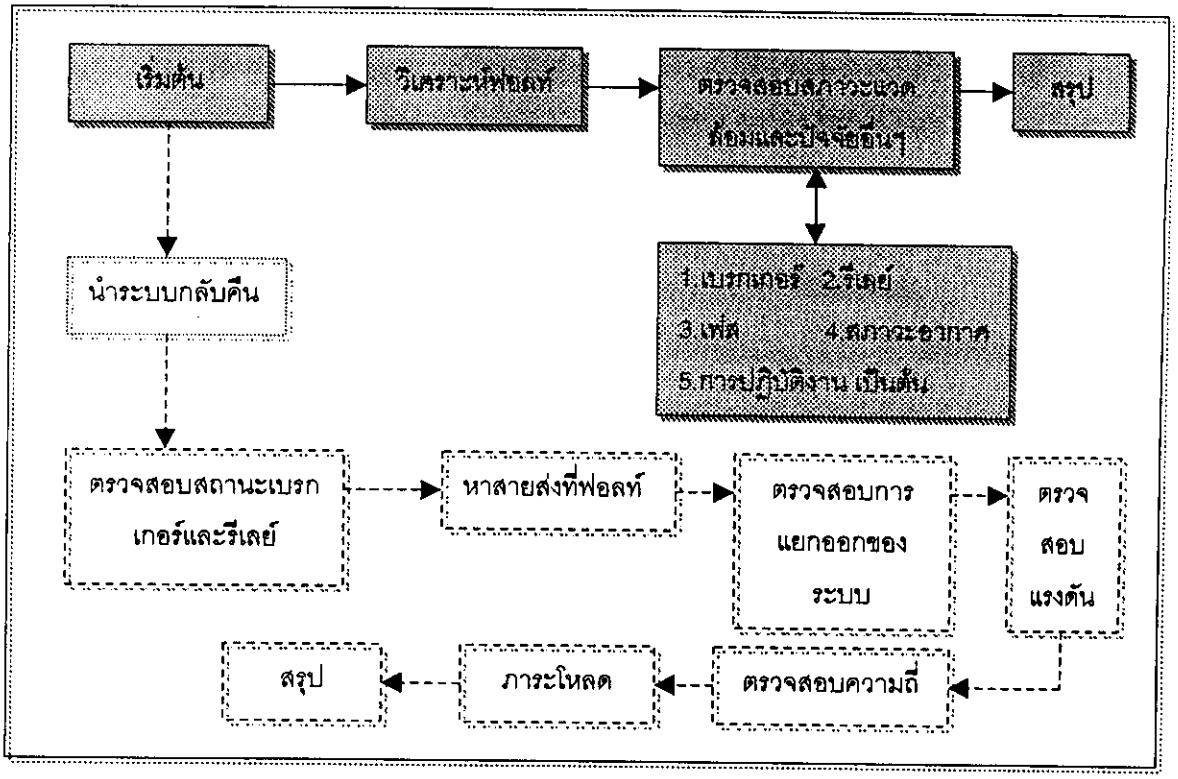
**(10) สาเหตุที่ 10** ดังตารางประกอบ 6-10

ตารางประกอบ 6-10 สาเหตุของฟอลท์ชนิดที่ 10 เกิดจากข้อขัดข้องชั่วขณะ

| สาเหตุที่ | เกิดจาก | สภาวะและปัจจัย |
|---|---|---|
| 10 | ข้อขัดข้องชั่วขณะ | -Recloser ทำงาน |

การเกิดฟอลท์ในสาเหตุที่ 10 นี้จะเกิดได้จากทุกสาเหตุแต่ไม่มีผลกระทบต่อระบบมากนัก จึงมีตัว Recloser ทำหน้าที่นำระบบกลับคืน ซึ่งฟอลท์ที่เกิดขึ้นเรียกได้ว่าเป็นฟอลท์แบบชั่วคราว

## 6.3 การออกแบบระบบการทำงานส่วนวินิจฉัยฟอลท์




ภาพประกอบ 6-2 การจัดระบบการทำงานของการวิเคราะห์ฟอลท์ (เส้นทึบ)

จากภาพประกอบ 6-2 เป็นการจัดระบบการทำงานในการที่เราจะวิเคราะห์หาสาเหตุของฟอลท์ในระบบโดยดูจากภาพที่เป็นเส้นทึบด้านบน ซึ่งสามารถอธิบายได้คือ เมื่อเราเลือกที่จะวิเคราะห์หาสาเหตุเราจะต้องให้สภาวะแวดล้อมและปัจจัยต่างๆ แก่ระบบเพื่อที่ระบบจะนำไปสู่คำ

ตอบหรือเป้าหมายที่ต้องการ ซึ่งในแต่ละขั้นตอนจะเป็นการถามตอบระหว่างผู้ใช้กับระบบ ซึ่งจะกล่าวในรายละเอียดในหัวข้อต่อๆ ไป

**6.4 ฐานความรู้ของ EGAT I**

สำหรับการพัฒนาในส่วนของฐานความรู้ "EGAT I" นี้ เป็นส่วนที่สำคัญที่สุด โดยเฉพาะส่วนของกฎ และการประยุกต์ใช้งานส่วนต่างๆ ซึ่งหมายถึงส่วนของโปรแกรมภายใน และภายนอกต่างๆ

6.4.1 รูปแบบโครงสร้างของการสร้างกฎ

โครงสร้างของกฎภายในจะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ที่สำคัญดังต่อไปนี้

(1) ส่วนของคำถาม (Question)

ส่วนนี้เป็นส่วนที่สำคัญในขั้นตอนการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญเช่นกัน เนื่องจากระบบต้องการค่าหรือคำตอบจากการตัดสินใจของผู้ใช้ เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนการอนุมาน ซึ่งค่าหรือคำตอบที่ได้จากผู้ใช้ก็คือความจริงอันหนึ่ง โดยคำถามนั้นจะถูกสร้างขึ้นมาในโปรแกรมย่อยภายในระบบ และจะถูกเรียกใช้งานโดยส่วนการกระทำ หรือ Action ผ่านการทำงานของกฎต่างๆ

(2) ส่วนของการกระทำ (Action)

ส่วนของการกระทำหรือ Action นี้ เป็นส่วนที่ใช้สำหรับเรียกใช้งานโปรแกรมจากภายนอกหรือภายในระบบเอง ดังที่ได้กล่าวมาบ้างแล้วข้างต้น ซึ่งการเรียกใช้งานในแต่ละครั้ง (ดูในบทที่ 4 หัวข้อที่ 4.2.2) จะขึ้นต้นด้วย (@ name-of-function) ในที่นี้ name-of-function คือชื่อโปรแกรมย่อยที่เราต้องการให้เรียกใช้งานเพื่อมากระทำการอย่างใดอย่างหนึ่งตามต้องการ ดังตัวอย่างที่จะยกมาให้ดู เช่น (@ select-menu-system) ในที่นี้ก็คือ select-menu-system เป็นชื่อของโปรแกรมย่อย ซึ่งต้องกระทำเมื่อมีการเรียกใช้งานจากระบบผ่านกฎ ซึ่งการกระทำอันนี้ คือการที่ผู้ใช้เลือกที่จะนำระบบกลับคืนหรือเลือกที่จะวิเคราะห์สาเหตุการเกิดฟอลท์นั้นเอง

(3) ส่วนของการส่งค่า

ในระบบนี้ส่วนที่ขาดมิได้อีกอย่างคือการส่งค่าระหว่างโปรแกรมย่อยกับตัวแปร (Variable) ในกฎของระบบ ซึ่งค่าเหล่านี้จะเป็นค่าที่ได้จากการตอบของผู้ใช้ หรือการคำนวณต่างๆ เข้ามา แล้วนำไปเก็บไว้ในฐานกฎ เพื่อจุดประสงค์ในการอนุมานต่อไป ซึ่งมีตัวที่ใช้สำหรับส่งค่า คือ

(Setq * binding-stream * )(cons(cons ans(car * binding-stream *))(cdr * binding-stream *)))

(fn_set_variable_match(reveres (first * binding-stream *)))

ซึ่งส่วนนี้จะถูกเก็บในโปรแกรมย่อยที่ชื่อ a00 โดยสามารถนำไปใช้งานได้ทุกส่วนที่มีการส่งผ่านค่าระหว่างโปรแกรมย่อยกับตัวแปรภายในกฎ

(4) การทำงานของระบบ

ในส่วนของการทำงานของระบบจะเป็นแบบกึ่งอัตโนมัติ คือ บางขั้นตอนของระบบจะทำงานเองโดยอัตโนมัติ หากมีเงื่อนไขถูกต้องสมบูรณ์ แต่บางขั้นตอนระบบจะต้องรอคำตอบที่จะได้จากผู้ใช้ ซึ่งจะผ่านขั้นตอนการเรียกการกระทำภายในกฎ แล้วนำคำตอบที่ได้ผ่านการส่งค่าไปให้กับตัวแปรในกฎและเอาไปเก็บไว้ในฐานความจริง โดยความจริงนี้จะเรียกว่าความจริงแบบทันทีทันใดหรือ Real Time ซึ่งจะรอถูกเรียกใช้งานในขั้นตอนการอนุมานต่อๆ ไป

(5) การได้มาซึ่งคำตอบ

ระบบจะหาคำตอบโดยจะใช้หลักการตรวจสอบความถูกต้องของเงื่อนไขภายในกฎ หากเงื่อนไขของกฎใดถูกต้องครบทั้งหมดก็จะให้น้ำหนักกับกฎนั้น เพื่อโยงไปหาคำตอบ ซึ่งเงื่อนไขจะถูกต้องแค่ไหนก็ขึ้นอยู่กับการตัดสินใจในการตอบคำถามของผู้ใช้ด้วย เช่นกัน

(6) ส่วนอธิบาย

ระบบผู้เชี่ยวชาญที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถเรียกใช้งานส่วนของ การอธิบายเหตุผล คำแนะนำหรือขั้นตอนในการทำงาน โดยผ่านการกระทำหรือ Action ของระบบ โดยหลักการ จะอธิบายขั้นตอน และการเลือกคำตอบต่างๆ เพื่อประกอบความเข้าใจของผู้ใช้นั่นเอง

6.4.2 ขั้นตอนการสร้างกฎเพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ฟอลท์

ก่อนที่เราจะเขียนกฎขึ้นมาเพื่อให้ระบบเข้าใจในสิ่งที่เราทำ จำเป็นต้องวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รวบรวมจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อมาดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

(1) สร้างวิธีการเรียนรู้ (Learning Method)

จากข้อเท็จจริงที่ว่าระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถที่จะให้ตัวอย่างของการแก้ปัญหาได้ง่ายกว่าที่จะแก้ปัญหาออกมาในรูปของกฎโดยตรง ดังนั้นกระบวนการเรียนรู้จากตัวอย่างจึงเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการดึงความรู้จากผู้ชำนาญการ โดยผู้เชี่ยวชาญเพียงแต่ให้ชุดของตัวอย่างที่เป็นการเก็บข้อมูลสภาวะ และปัจจัยต่างๆ เมื่อเกิดฟอลท์ จากนั้นส่วนของการเรียนรู้จะทำการอนุมานกฎจากตัวอย่างเหล่านั้น โดยให้รูปแบบของการอนุมานออกมาเช่นเดียวกันกับต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ ดังตัวอย่างที่จะได้กล่าวถึงต่อไปนี้

ก่อนที่เราจะทำการสร้างฐานข้อมูลให้กับระบบ จำเป็นจะต้องนำข้อมูลมาเพื่อสร้างเป็นตารางของการเรียนรู้ก่อน ดังแสดงในตารางประกอบ 6-11, 6-12, 6-13 ซึ่งเป็นเพียงตัวอย่างในการสร้าง และเพื่อความง่ายในการที่เราจะนำไปสร้างเป็นต้นไม้สำหรับการตัดสินใจ และการสร้างกฎต่อไป โดยข้อมูลทั้งหมดจะมาจากความรู้ของผู้เชี่ยวชาญในด้านการวิเคราะห์สาเหตุเมื่อเกิดฟอลท์ขึ้นในระบบส่งกำลังไฟฟ้า โดยข้อมูลต่างๆ จะมีการแยกแยะตามสภาวะและปัจจัยต่างๆ ที่มีอยู่และน่าจะเป็นสาเหตุของการเกิดฟอลท์แต่ละชนิด

ตารางประกอบ 6-11 ตัวอย่างการวิเคราะห์สาเหตุของฟอลท์

| ลำดับ | สายส่ง | รีเลย์ | เบรกเกอร์ | สภาวะอากาศ | มีการทำงาน | สาเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Sdao | Lightning ar. | Trip/reclose | - | - | Result 1 |
| 2 | Sdao | Lightning ar. | Trip | Normal | Doesn't have | Result 4 |
| 3 | Sdao | Lightning ar. | Trip | Normal | Have | Result 5 |
| 4 | Sdao | Lightning ar. | Trip | Rainy | - | Result 3 |
| 5 | Sdao | Lightning ar. | Trip | Rainy/lightning | - | Result 2 |

ตารางประกอบ 6-12 ตัวอย่างการวิเคราะห์สาเหตุของฟอลท์

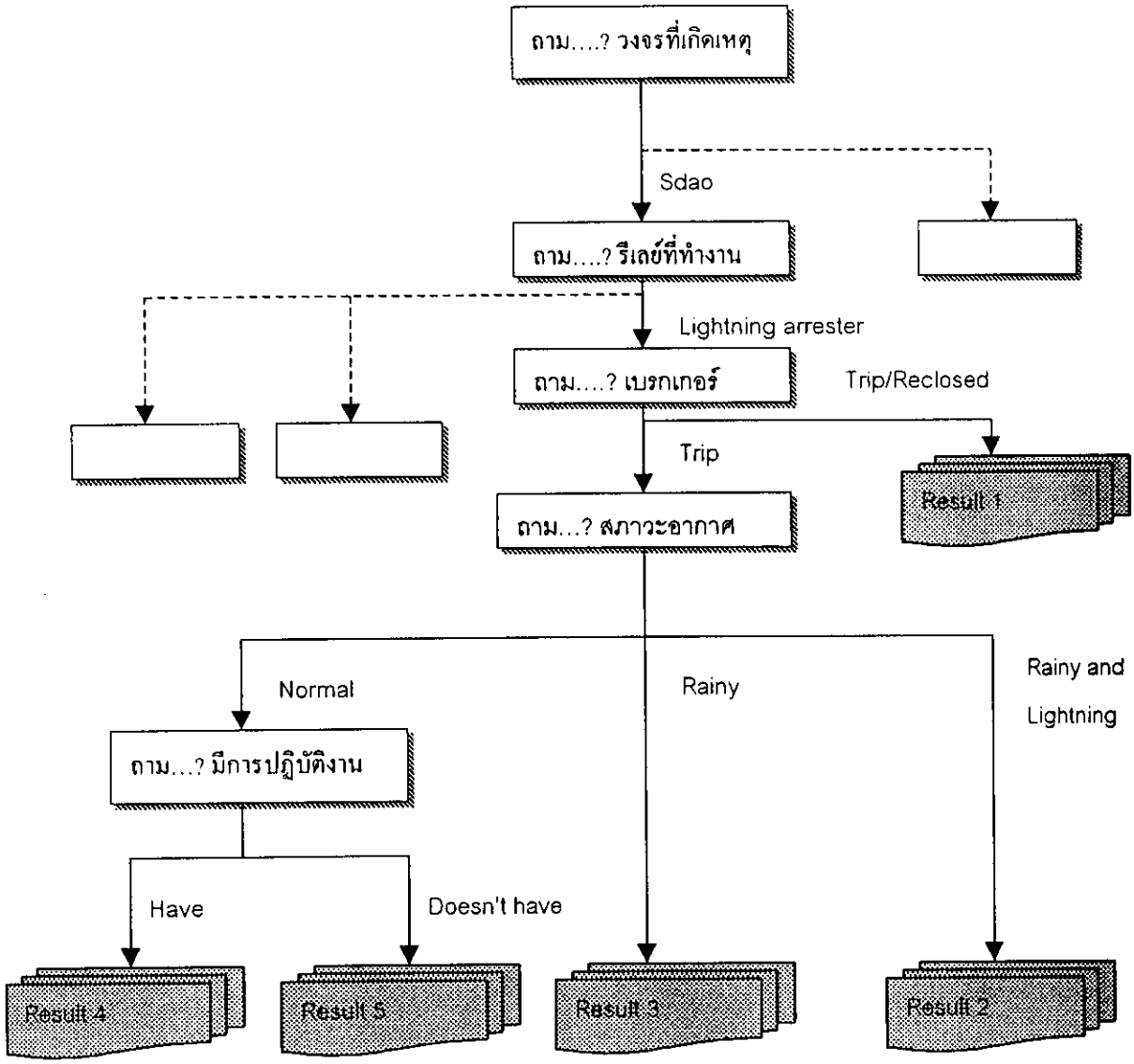
| ลำดับ | สายส่ง | รีเลย์ | เบรกเกอร์ | เฟส | สภาวะอากาศ | สาเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Sdao | Distance relay | Trip/Reclose | - | - | Result 6 |
| 7 | Sdao | Distance relay | Trip | 2-G | Normal | Result 13 |
| 8 | Sdao | Distance relay | Trip | 2-G | Overclouded | Result 14 |
| 9 | Sdao | Distance relay | Trip | 2-G | Overclouded/windy | Result 15 |
| 10 | Sdao | Distance relay | Trip | 2-G | Rainy | Result 16 |
| 11 | Sdao | Distance relay | Trip | 2-G | Rainy and Lightning | Result 17 |
| 12 | Sdao | Distance relay | Trip | 2-G | Fog | Result 18 |

ตารางประกอบ 6-13 ตัวอย่างการวิเคราะห์สาเหตุของฟอลท์

| ลำดับ | สายส่ง | วงจร | รีเลย์ | เวลา | สภาวะอากาศ | มีการทำงาน | สาเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Pea | KT1A | Ground over current | 16.00-20.00 | Overclouded/Rainy | - | Result 161 |
| 2 | Pea | KT1A | Ground over current | 20.00-04.00 | Normal | - | Result 163 |
| 3 | Pea | KT1A | Ground over current | 08.00-16.00 | Overclouded/Rainy | - | Result 151 |
| 4 | Pea | KT2A | Over current | 04.00-08.00 | Normal | - | Result 164 |
| 5 | Pea | KT2A | Over current | 20.00-04.00 | Overclouded/Rainy | - | Result 171 |
| 6 | Pea | KT2A | Ground over current | 08.00-16.00 | Normal | - | Result 174 |
| 7 | Pea | KT1A | Lightning arrester | - | Rainy/Lightning | Doesn't have | Result 198 |

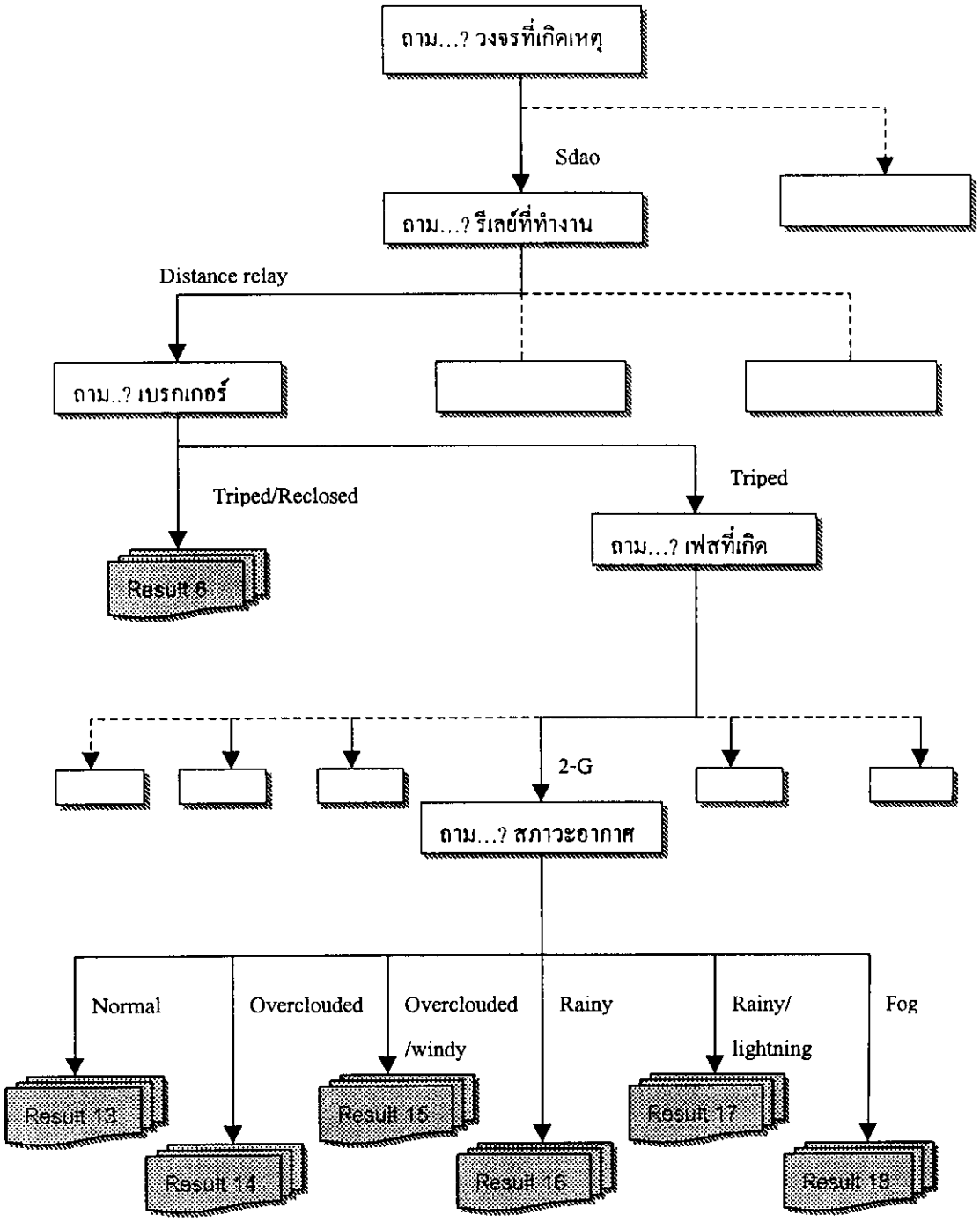
2)การสร้างต้นไม้สำหรับตัดสินใจ

จากตารางประกอบ 6-11 นำมาสร้างเป็นต้นไม้สำหรับการตัดสินใจเพื่อจะช่วยให้เรานำไปเขียนกฎได้ง่ายขึ้นดังต่อไปนี้



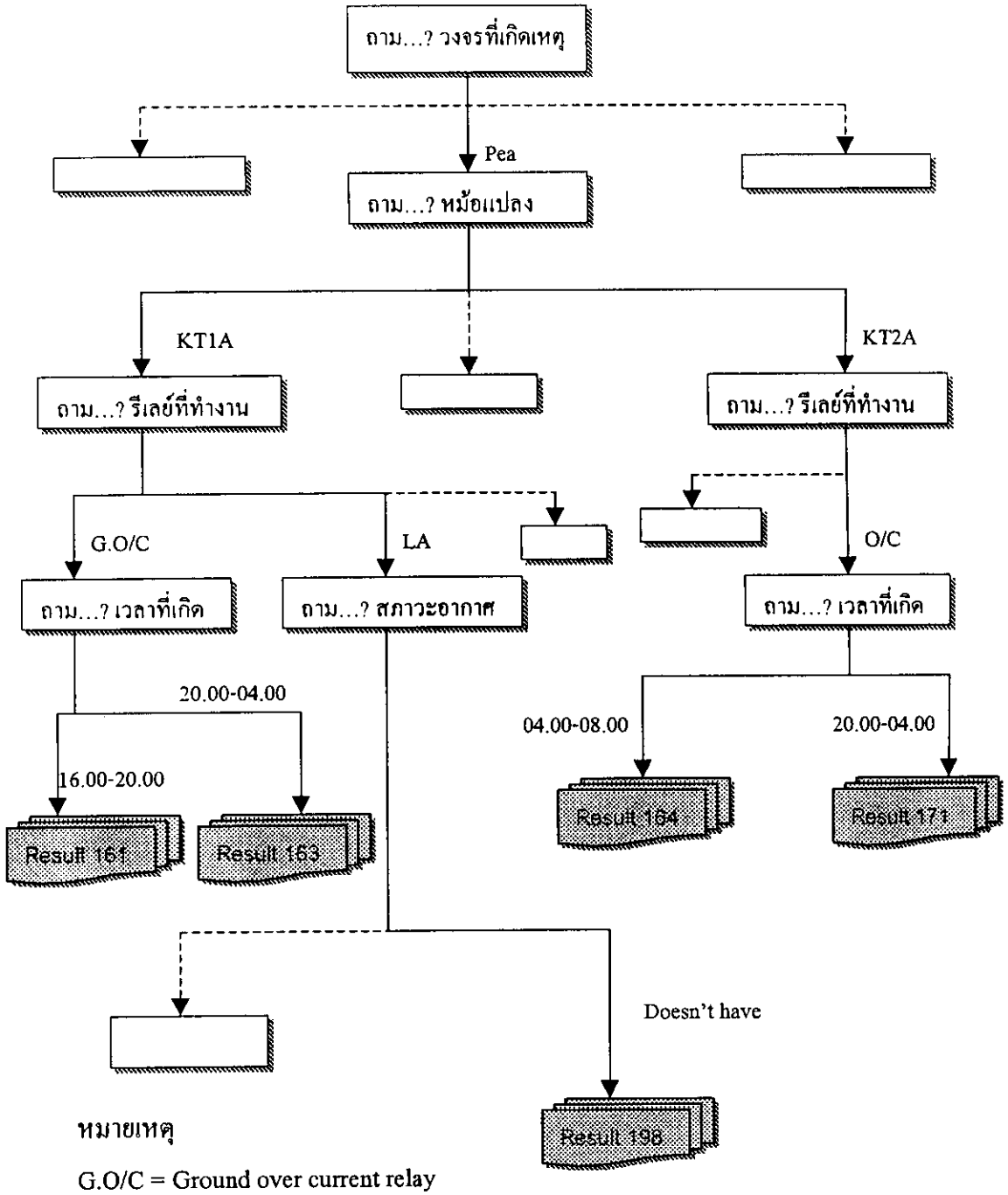

ภาพประกอบ 6-3 ต้นไม้สำหรับตัดสินใจจากข้อมูลตารางประกอบ 6-11

จากตารางประกอบ 6-12 นำมาสร้างเป็นต้นไม้สำหรับการตัดสินใจเพื่อจะช่วยให้เรานำไปเขียนกฎได้ง่ายขึ้นดังต่อไปนี้




ภาพประกอบ 6-4 ต้นไม้สำหรับตัดสินใจจากตารางประกอบ 6-12

จากตารางประกอบ 6-13 นำมาสร้างเป็นต้นไม้สำหรับการตัดสินใจเพื่อจะช่วยให้เรานำไปเขียนกฎได้ง่ายขึ้นดังต่อไปนี้




หมายเหตุ

G.O/C = Ground over current relay

O/C = Over current relay, LA = Lightning arrester

ภาพประกอบ 6-5 ต้นไม้สำหรับตัดสินใจจากตารางประกอบ 6-13

(3)สร้างกฎ

จากตารางประกอบ 6-11 เราสามารถสร้างเป็นกฎอย่างง่ายๆ ดังตัวอย่างเพียงบางส่วนของระบบ

**IDENTIFY 3**

SELECT_MENU

**IF**

((SELECT MENU) (1) = (ATOMIC TRUE))

**THEN**

(@ fault3)

((SELECT_DIAGNOSIS TRANSMISSION_LINE) ((? LINE)) = (ATOMIC TRUE))

**END-OF-RULE**

**IDENTIFY4**

SELECT_RELAY/SDO

**IF**

((SELECT MENU) (1) = (ATOMIC TRUE))

((SELECT_DIAGNOSIS TRANSMISSION_LINE) (2) = (ATOMIC TRUE))

**THEN**

(@ fault4)

((SELECT_RELAY PROTECTION)((? SDO_RELAY))=(ATOMIC OPERATED))

**END-OF-RULE**

**IDENTIFY 5**

SELECT_RELAY/SDO/LA

**IF**

((SELECT_RELAY PROTECTION)(1)=(ATOMIC OPERATED))

((SELECT_RELAY PROTECTION)(LIGHTNING)=(ATOMIC OPERATED))

**THEN**

(@ fault5)

((STATUS_BKR SDO)((? SDO_BKR))=(ATOMIC OPERATED))

((BREAKER SDO)(HY2-700812)=(ATOMIC TRUE))

**END-OF-RULE**

**IDENTIFY 6**

SELECT_LA/SDO/WEATHER

**IF**

((SELECT MENU) (1) = (ATOMIC TRUE))

((SELECT_DIAGNOSIS TRANSMISSION_LINE) (2) = (ATOMIC TRUE))

((SELECT_RELAY PROTECTION)(1)=(ATOMIC OPERATED))

((SELECT_RELAY PROTECTION)(LIGHTNING)=(ATOMIC OPERATED))

((STATUS_BKR SDO)(2)=(ATOMIC OPERATED))

((STATUS_BKR SDO)(TRIP/RECLOSED)=(ATOMIC OPERATED))

**THEN**

(@ conclusion1)

((CONCLUSION SDO)(NUMBER1)=(ATOMIC TRUE))

**END-OF-RULE**

**IDENTIFY 7**

SELECT_LA/SDO/WEATHER

**IF**

((STATUS_BKR SDO)(1)=(ATOMIC OPERATED))

((STATUS_BKR SDO)(TRIP)=(ATOMIC OPERATED))

**THEN**

(@ fault6)

((SELECT WEATHER_SDO)((? SDO_WEATHER))=(ATOMIC TRUE))

**END-OF-RULE**

**IDENTIFY 8**

SELECT_LA/SDO/WEATHER

**IF**

((SELECT MENU) (1) = (ATOMIC TRUE))

((SELECT_DIAGNOSIS TRANSMISSION_LINE) (2) = (ATOMIC TRUE))

((SELECT_RELAY PROTECTION)(1)=(ATOMIC OPERATED))

((SELECT_RELAY PROTECTION)(LIGHTNING)=(ATOMIC OPERATED))

((STATUS_BKR SDO)(1)=(ATOMIC OPERATED))

((STATUS_BKR SDO)(TRIP)=(ATOMIC OPERATED))

((SELECT WEATHER_SDO)(1)=(ATOMIC TRUE))

((SELECT WEATHER_SDO)(NORMAL)=(ATOMIC TRUE))

**THEN**

(@ fault7)

((SELECT PEOPLE_SDO)((? SDO_PEOPLE))=(ATOMIC TRUE))

**END-OF-RULE**

**IDENTIFY 9**

SELECT_LA/SDO/WEATHER

**IF**

((SELECT MENU) (1) = (ATOMIC TRUE))

((SELECT_DIAGNOSIS TRANSMISSION_LINE) (2) = (ATOMIC TRUE))

((SELECT_RELAY PROTECTION)(1)=(ATOMIC OPERATED))

((SELECT_RELAY PROTECTION)(LIGHTNING)=(ATOMIC OPERATED))

((STATUS_BKR SDO)(1)=(ATOMIC OPERATED))

((STATUS_BKR SDO)(TRIP)=(ATOMIC OPERATED))

((SELECT WEATHER_SDO)(2)=(ATOMIC TRUE))

((SELECT WEATHER_SDO)(RAINY)=(ATOMIC TRUE))

**THEN**

(@ conclusion2)

((CONCLUSION SDO)(NUMBER2)=(ATOMIC TRUE))

**END-OF-RULE**

จากตารางประกอบ 6-12 เราสามารถสร้างเป็นกฎอย่างง่ายๆ ดังตัวอย่างเพียงบางส่วนของระบบ

**IDENTIFY 13**

SELECT_SDO/21-21N

**IF**

((SELECT_RELAY PROTECTION)(2)=(ATOMIC OPERATED))

((SELECT_RELAY PROTECTION)(DISTANCE RELAY 21/21N)=(ATOMIC OPERATED))

**THEN**

(@ fault8)

((SELECT_BKR 21/21N_SDO)((? SDO_BKR1))=(ATOMIC TRUE))

**END-OF-RULE**

**IDENTIFY 14**

SELECT_SDO/21-21N/RECLOSED

**IF**

((SELECT MENU) (1) = (ATOMIC TRUE))

((SELECT_DIAGNOSIS TRANSMISSION_LINE) (2) = (ATOMIC TRUE))

((SELECT_RELAY PROTECTION)(2)=(ATOMIC OPERATED))

((SELECT_RELAY PROTECTION)(DISTANCE RELAY 21/21N)=(ATOMIC OPERATED))

((SELECT_BKR 21/21N_SDO)(1)=(ATOMIC TRUE))

((SELECT_BKR 21/21N_SDO)(TRIP)=(ATOMIC TRUE))

**THEN**

(@ fault9)

((SELECT_PHASE SDO)((? SDO_PHASE1))=(ATOMIC TRUE))

**END-OF-RULE**

**DENTIFY 15**

SELECT_SDO/21-21N/RECLOSED

**IF**

((SELECT MENU) (1) = (ATOMIC TRUE))

((SELECT_DIAGNOSIS TRANSMISSION_LINE) (2) = (ATOMIC TRUE))

((SELECT_RELAY PROTECTION)(2)=(ATOMIC OPERATED))

((SELECT_RELAY PROTECTION)(DISTANCE RELAY 21/21N)=(ATOMIC OPERATED))

((SELECT_BKR 21/21N_SDO)(2)=(ATOMIC TRUE))

((SELECT_BKR 21/21N_SDO)(TRIP AND RECLOSED)=(ATOMIC TRUE))

**THEN**

(@ conclusion6)

((CONCLUSION SDO)(NUMBER6)=(ATOMIC TRUE))

**END-OF-RULE**

จากตารางประกอบ 6-13 เราสามารถสร้างเป็นกฎอย่างง่ายๆ ดังตัวอย่างเพียงบางส่วนของระบบ

**IDENTIFY 213**

PEA_NUMBER1-33KV

**IF**

((SELECT MENU) (1) = (ATOMIC TRUE))

((SELECT_DIAGNOSIS TRANSMISSION_LINE) (8) = (ATOMIC TRUE))

((SELECT CIRCUIT)(1)=(ATOMIC TRUE))

((SELECT CIRCUIT)(PEA NUMBER1 33KV)=(ATOMIC TRUE))

((SELECT RELAY)(2)=(ATOMIC TRUE))

((SELECT RELAY)(OVER CURRENT AND GROUND O/C)=(ATOMIC TRUE))

((SELECT_TIME SDO)(3)=(ATOMIC TRUE))

((SELECT_TIME SDO)(16.00-20.00 PM)=(ATOMIC TRUE))

((SELECT WEATHER)(2)=(ATOMIC TRUE))

((SELECT WEATHER)(NO NORMAL)=(ATOMIC TRUE))

**THEN**

(@ conclusion161)

((CONCLUSION PEA)(NUMBER161)=(ATOMIC TRUE))

**END-OF-RULE**

**IDENTIFY 214**

PEA_NUMBER1-33KV

**IF**

((SELECT MENU) (1) = (ATOMIC TRUE))

((SELECT_DIAGNOSIS TRANSMISSION_LINE) (8) = (ATOMIC TRUE))

((SELECT CIRCUIT)(1)=(ATOMIC TRUE))

((SELECT CIRCUIT)(PEA NUMBER1 33KV)=(ATOMIC TRUE))

((SELECT RELAY)(2)=(ATOMIC TRUE))

((SELECT RELAY)(OVER CURRENT AND GROUND O/C)=(ATOMIC TRUE))

((SELECT_TIME SDO)(4)=(ATOMIC TRUE))

((SELECT_TIME SDO)(20.00-04.00 PM-AM)=(ATOMIC TRUE))

((SELECT WEATHER)(1)=(ATOMIC TRUE))

((SELECT WEATHER)(NORMAL)=(ATOMIC TRUE))

**THEN**

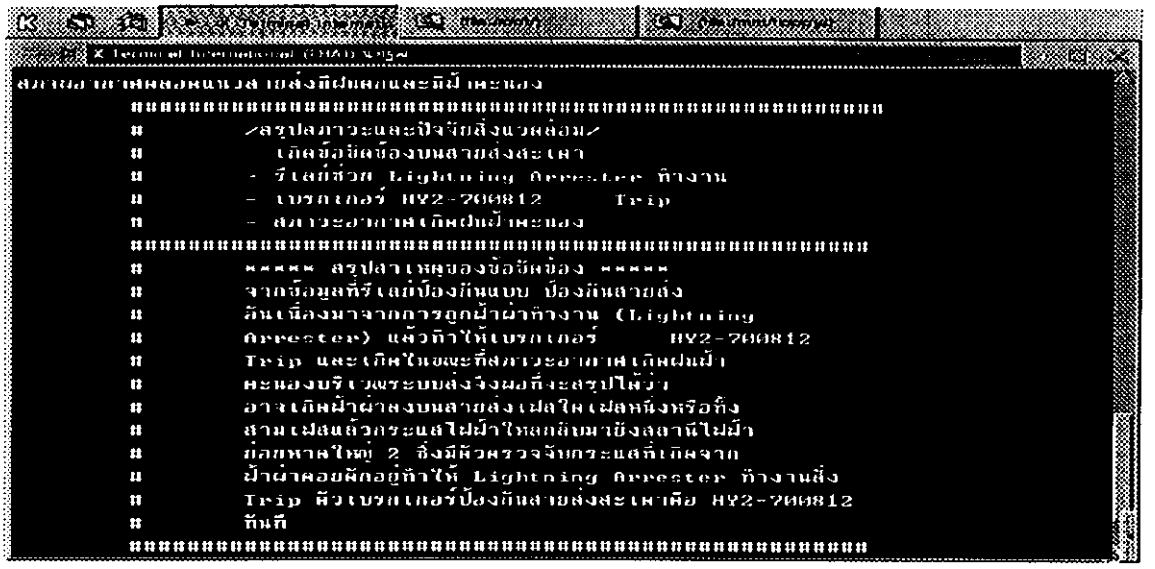
(@ conclusion162)

((CONCLUSION PEA)(NUMBER162)=(ATOMIC TRUE))

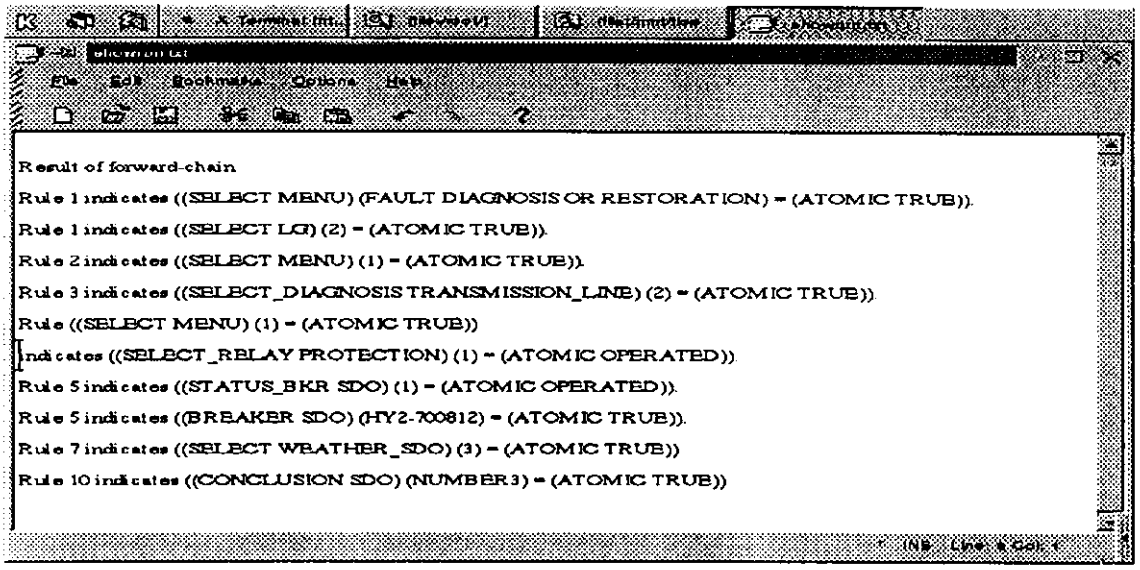
**END-OF-RULE**

### 6.5 การอนุมานหาเป้าหมายและการแสดงผล

ตัวอย่างการอนุมานตารางประกอบ 6-11 จะให้ผลของการอนุมานในส่วนของคำตอบหรือเป้าประสงค์ที่ต้องการและผู้ใช้สามารถที่จะดูลักษณะเส้นทางของการหาคำตอบหรือกลไกของการอนุมานที่เป็นที่มาของคำตอบจากภาพประกอบ 6-6 และ 6-7 ตามลำดับ

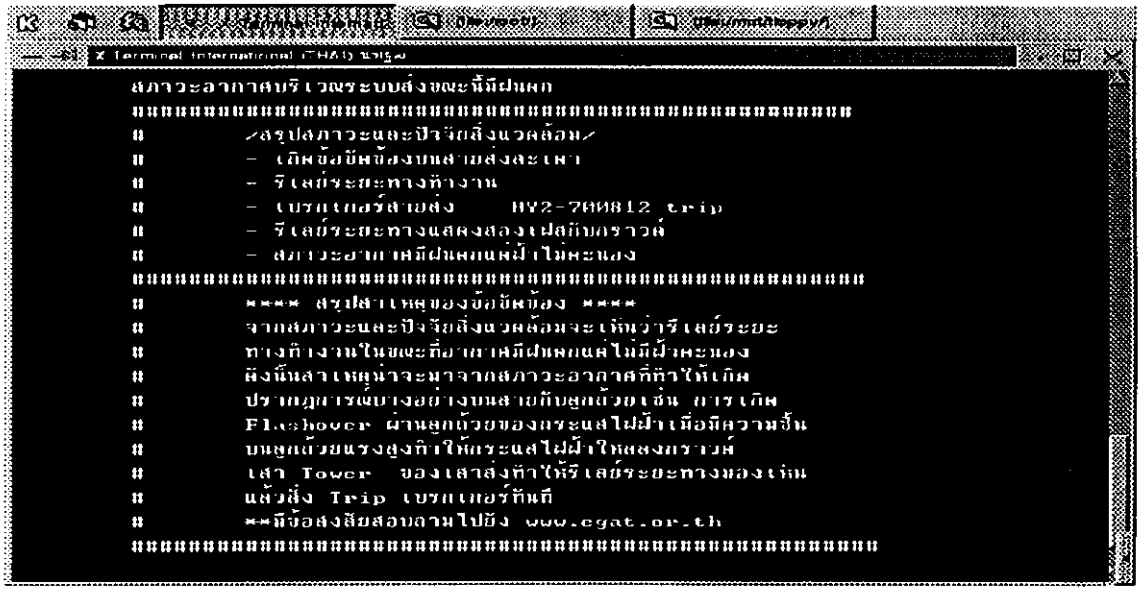



ภาพประกอบ 6-6 เป้าประสงค์ของคำตอบที่ต้องการจากการอนุมาน

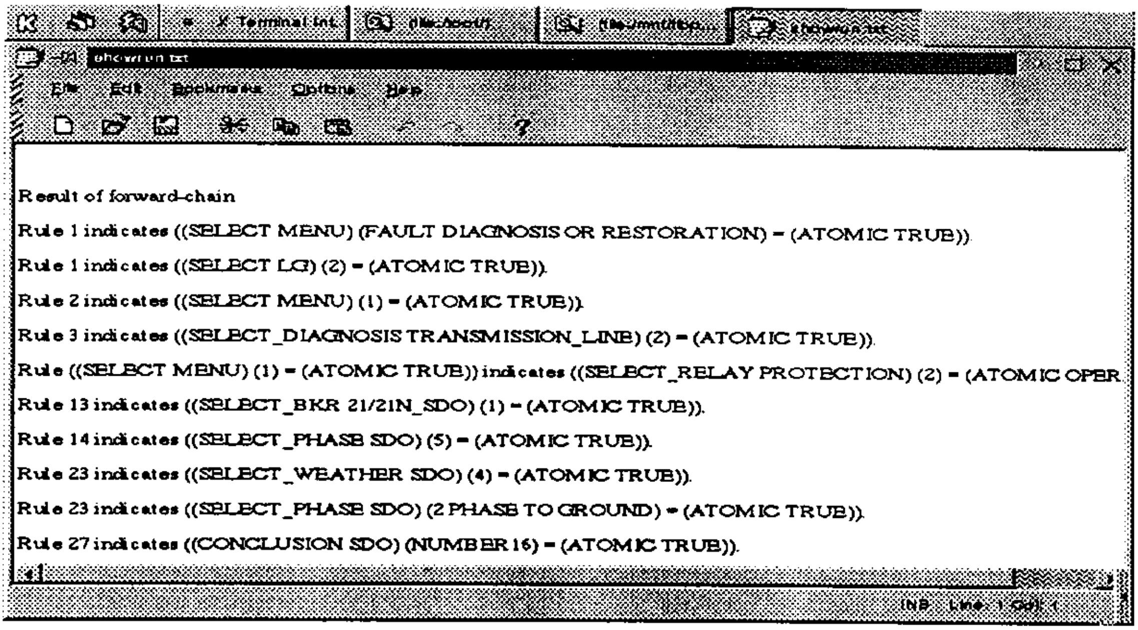



ภาพประกอบ 6-7 เส้นทางการอนุมานหาคำตอบของกลไกการอนุมาน

ตัวอย่างการอนุมานตารางประกอบ 6-12 จะให้ผลของการอนุมานในส่วนของคำตอบหรือเป้าประสงค์ที่ต้องการและผู้ใช้สามารถที่จะดูลักษณะเส้นทางของการหาคำตอบหรือกลไกการอนุมาน ที่เป็นที่มาของคำตอบจากภาพประกอบ 6-8 และ 6-9 ตามลำดับ

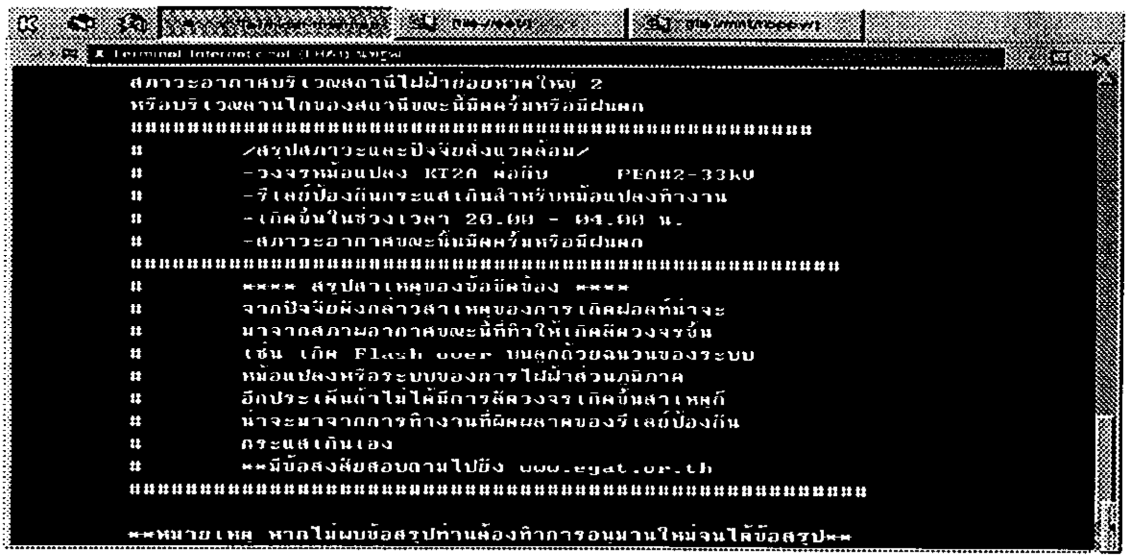



ภาพประกอบ 6-8 เป้าประสงค์ของคำตอบที่ต้องการจากการอนุมาน

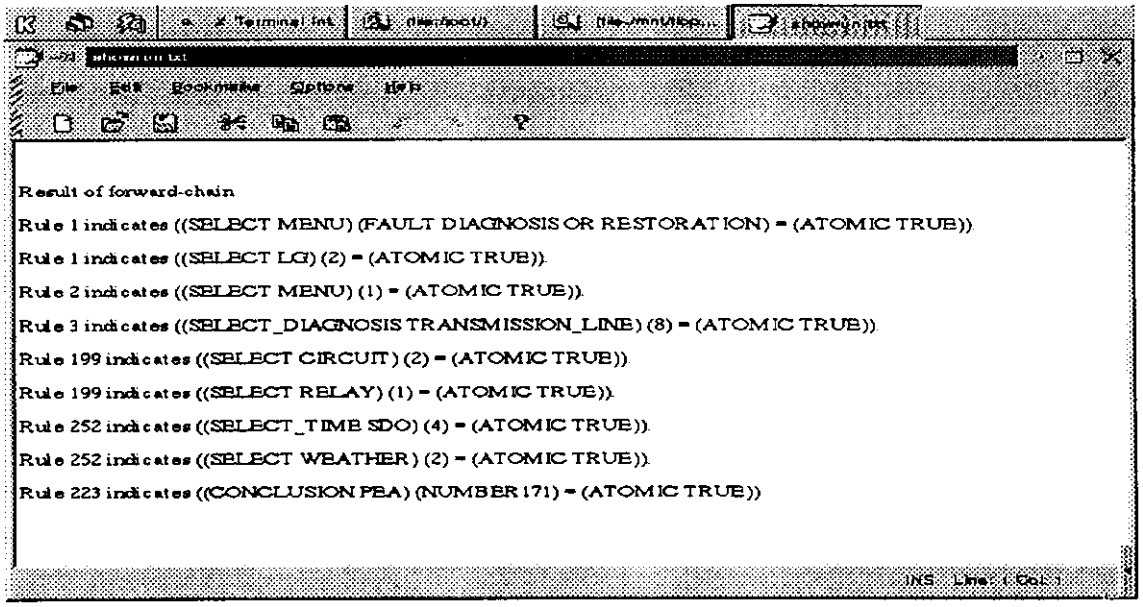



ภาพประกอบ 6-9 เส้นทางการอนุมานหาคำตอบของกลไกการอนุมาน

ตัวอย่างการอนุมานตารางประกอบ 6-12 จะให้ผลของการอนุมานในส่วนของคำตอบหรือเป้าประสงค์ที่ต้องการและผู้ใช้สามารถที่จะดูลักษณะเส้นทางของการหาคำตอบหรือกลไกของการอนุมานที่เป็นที่มาของคำตอบจากภาพประกอบ 6-10 และ 6-11 ตามลำดับ




ภาพประกอบ 6-10 เป้าประสงค์ของคำตอบที่ต้องการจากการอนุมาน




ภาพประกอบ 6-11 เส้นทางการอนุมานหาคำตอบของกลไกการอนุมาน

ทั้งหมดที่ได้แสดงไปนั่นเป็นเพียงตัวอย่างเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่ระบบจะต้องใช้ในการอนุมานเพื่อหาคำตอบออกมา ซึ่งในระบบทั้งหมดจะมีคำตอบในการเลือกที่จะอนุมานไปหานั่นจำนวนมากมาย เพียงแต่ว่าจะตรงถูกต้องตามเงื่อนไขที่ได้มาจากการตอบคำถามของผู้ใช้มากน้อยแค่ไหนเท่านั้น สามารถดูเพิ่มเติมได้จากภาคผนวก ข

## 6.6 สรุป

ระบบผู้เชี่ยวชาญ "EGAT I" ในส่วนของการพัฒนา การหาสาเหตุของฟอลท์ในระบบสายส่งกำลังไฟฟ้านี้ เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลการเกิดฟอลท์ชนิดต่างๆ ในสายส่งกำลังไฟฟ้ามาไว้ในรูปของกฎหรือฐานกฎ ในฐานความรู้ของระบบ โดยโปรแกรมของส่วนการอนุมานจะทำหน้าที่หลักในการค้นหาคำตอบหรือเป้าหมายที่ผู้ใช้ต้องการ ตามการตอบคำถามที่ถูกต้องเป็นไปตามเงื่อนไขของระบบ ซึ่งเมนูคำถามต่างๆ จะถูกเรียกขึ้นมาใช้งานผ่านโปรแกรมเรียกใช้งานส่วนต่างๆ จากภายในและภายนอก หรือ Action นั่นเองโดยระบบเมนูที่สร้างขึ้นมาจะเป็นภาษาไทย ซึ่งจะง่ายสำหรับผู้ใช้ในการตอบคำถามมากขึ้น

ในการค้นหาคำตอบระบบสามารถค้นหาได้ถูกต้อง โดยเราสามารถดูเส้นทางของการค้นหาคำตอบได้จาก ข้อมูลที่อยู่ในส่วนของกลไกการอนุมานได้อีกด้วย จากส่วนต่างๆ ของระบบที่เรา

สร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการนำไปวินิจฉัยสาเหตุของฟอลท์นี้ เรามีขั้นตอนพอที่จะสรุปได้ดังนี้คือ เราจะต้องเก็บข้อมูลในส่วนของฟอลท์ที่เกิดขึ้น เกี่ยวกับการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันต่าง ๆ การทำงานของระบบ การจัดระบบ และการสั่งงานของผู้ปฏิบัติงานในสถานีไฟฟ้าแรงสูงต่างๆ มาทำการวิเคราะห์ จากนั้นก็นำข้อมูลนั้นมาทำการจัดรูปแบบใหม่ให้อยู่ในรูปของภาษาที่ระบบสามารถเข้าใจ เพื่อความง่ายในการที่กลไกการอนุมานจะหาเป้าประสงค์ของคำตอบต่อไป