บทที่ 3

คุณสมบัติทั่วไปของโปรแกรม CASSIM

งานวิจัยนี้จำเป็นจะต้องใช้ข้อมูลจากโปรแกรมแบบจำลองของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แคนดู-9 อีกทั้งต้องเขียนตัวแบบบนโปรแกรม CASSIM เพิ่มเป็นส่วนหนึ่งต่อจากส่วนที่เป็นแบบจำลองชุดของโปรแกรม CASSIM เป็นโปรแกรมที่ช่วยในการพัฒนาระบบแบบจำลองของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เขียนขึ้นโดยบริษัท Cassiopeia Technologies Inc (CTI)[1,2]

โปรแกรม CASSIM ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ

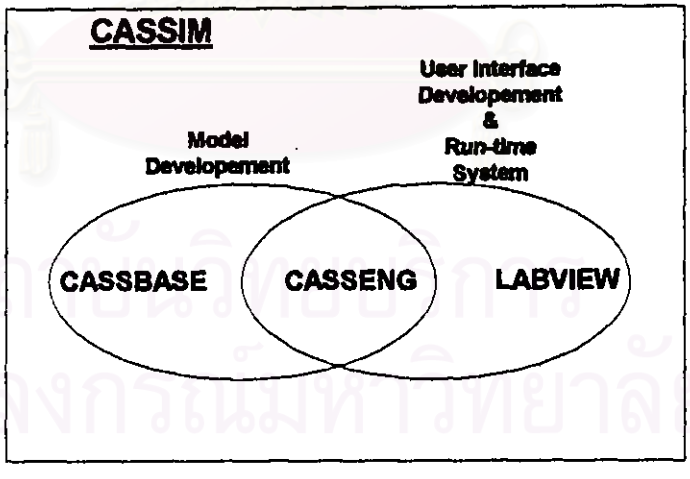
- CASSBASE[10] เป็นส่วนที่ทำหน้าที่เก็บฐานข้อมูลสำหรับใช้งานในบล็อกของตัวแบบจำลอง (Simulation Modelling) อีกทั้งเป็นเครื่องมือในการสร้างตัวแบบจำลองพร้อมกับ การแก้จุดบกพร่อง (Debuging) ด้วย

- CASSENG[11] คือส่วนที่เป็นเครื่องจักร (Engine) ซึ่งทำหน้าที่คำนวณข้อมูลตามระหัสจุดหมาย (Object Code) ในแต่ละบล็อกโดยใช้ข้อมูลในฐานข้อมูลของ CASSBASE และทำการคำนวณแบบ

Real-Time

- LabVIEW for Windows[12] เป็นโปรแกรมที่แสดงผล (Display) ข้อมูลจาก CASSENG ผ่านทาง Dynamic Data Exchange(DDE) หรือ TCP/IP ออกในรูปแบบกราฟิก (Graphic)

ทั้ง 3 ส่วนจะทำงานในลักษณะสนับสนุนกันและมีโครงสร้างบางส่วนทำงานร่วมกัน โดยเขียนแผนภาพบล็อกได้ดังรูปที่ 3.1

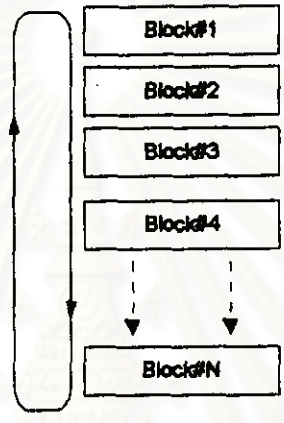


รูปที่ 3.1 แสดงลักษณะการทำงานที่มีส่วนร่วมกันของทั้ง 3 โปรแกรม

จากแผนภาพบล็อกสามารถอธิบายได้ว่า CASSBASE ทำหน้าที่จัดการบล็อกต่างๆ ใน ตัวแบบ เช่นการจัดลำดับบล็อกการติดต่อ (Connection) ระหว่างบล็อกอีกทั้งการสร้าง Thermohydraulic Flow Network ในขณะที่ CASSENG ทำหน้าที่คำนวณตามขั้นตอนวิธีประจำบล็อกนั้นๆ อีกทั้งใช้ข้อมูลในฐานข้อมูลของ CASSBASE ด้วย

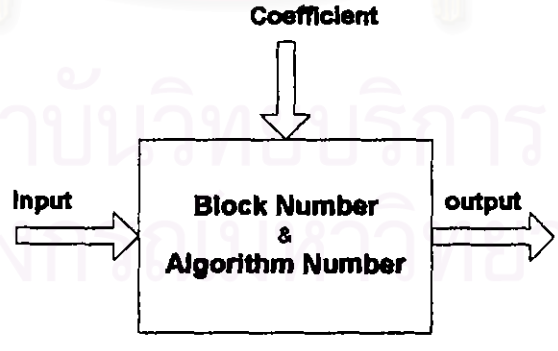
3.1 รูปแบบการทำงานของตัวแบบในโปรแกรม CASSIM

ระบบตัวแบบในโปรแกรม CASSIM ถูกกำหนดให้ประกอบด้วยบล็อกดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงรูปแบบการทำงานของ CASSIM ซึ่งทำงานเรียงตามลำดับ

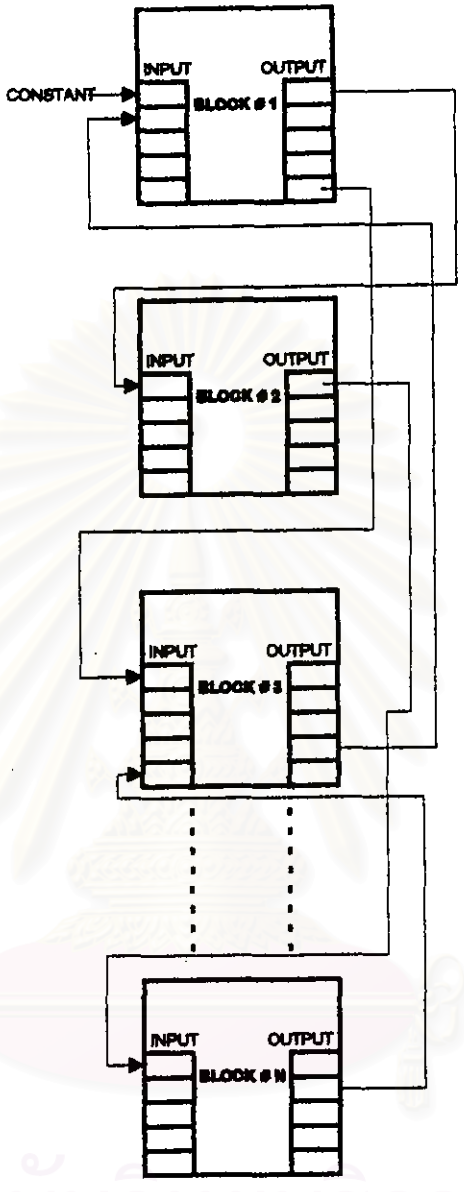
การทำงานของตัวแบบจะทำการคำนวณแบบเรียงตามลำดับจากบล็อก 1 ถึง บล็อก N แล้ววนลูปทำซ้ำไปเรื่อยๆซึ่งโครงสร้างของบล็อกมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 3.3 แสดงส่วนที่รับส่งข้อมูลของแต่ละบล็อก

แต่ละบล็อกจะรับค่ารับเข้าจากภายนอกนำมาคำนวณร่วมกับค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) ซึ่งกำหนดไว้แล้วในบล็อกนั้นๆผลลัพท์จากการคำนวณถูกส่งเป็นค่านำออกไปยังบล็อกอื่นๆ รูปแบบการ

คำนวณของบล็อก กำหนดด้วยขั้นตอนวิธีประจำประจำบล็อกโดยเขียนเป็นโปรแกรมภาษาฟอร์แทรน แต่ละบล็อกมีการรับส่งค่าที่คำนวณระหว่างกัน ตามลักษณะการติดต่อระหว่างบล็อก ตัวอย่างเช่น



รูปที่ 3.4 แสดงถึงลักษณะการรับส่งข้อมูลระหว่างบล็อก

ส่วนของโปรแกรมย่อยภาษาฟอร์แทรนในโปรแกรม CASSIM กำหนดให้มีรูปแบบตามตัวอย่างในรูปที่ 3.5

```
      SUBROUTINE ALG864(INP,OUT,COF,DT)
C
C AUTHOR: PHIPHAT.T
C
C DATE:16-MARCH-1997
C
C REVISION NOTES: TRANSFER FUNCTION DATA TO -1....1(NORMALIZE)
C
C 16-03-97 CLI
C
C
C ALGORITHM NUMBER: 864
C
C ALGORITHM NAME: DATA_TO_NORMALIZE
C
C ALGORITHM DESC: GENERAL DATA TO NORMALIZE DATA
C
C INPUTS: 60
C 1-30 :PARAMETER,Parameter to Normalize
C 31-90: MIN-MAX,Minimun Maximum Data 1-60
C OUTPUTS: 30
C 1-30 :NOR1-30 ,Normalize Data Output1-30
C COEFFICIENTS: 1
C 1:NUMBER_PAR , Number of Parameter
C
C DECLARATION
C
      DOUBLE PRECISION INP(*),OUT(*),COF(*),DT
C
      DOUBLE PRECISION MIN(30),MAX(30)
      DOUBLE PRECISION PARAMETER(30),NOR(30)
      INTEGER I,P,NUMBER_PAR
C
C
C INPUTS, OUTPUTS AND COFS SETUP
C
      NUMBER_PAR=COF(1)
      P=1
      DO 10 I=1,NUMBER_PAR
      PARAMETER(I)=INP(I)
      MIN(I)=INP(P+30)
      MAX(I)=INP((P+1)+30)
      P=P+2
   10 CONTINUE
C  PROG BEGINS
C
C------CALCULATE NORMALIZE DATA
      DO 20 I=1,NUMBER_PAR
      NOR(I)=TAN(0.7854*(2*PARAMETER(I)-MAX(I)-MIN(I))
     &/(MAX(I)-MIN(I)+0.00001))
   20 CONTINUE
C     ABSOLUTE=0
C     DO 30 I=1,NUMBER_PAR
C     ABSOLUTE=NOR(I)*NOR(I)+ABSOLUTE
C   30 CONTINUE
C     DO 40 I=1,NUMBER_PAR
C     NOR(I)=NOR(I)/SQRT(ABSOLUTE)
C   40 CONTINUE
C
C  UPDATE OUTPUT
      DO 50 I=1,NUMBER_PAR
      OUT(I)=NOR(I)
   50 CONTINUE
      RETURN
      END
```


รูปที่ 3.5 ตัวอย่างของโปรแกรมภาษาฟอร์แทรนที่เขียนขึ้นเป็นขั้นตอนวิธี

3.2 โครงสร้างของโปรแกรมตัวแบบของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แบบแคนดู-9

ในโปรแกรมตัวแบบของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แบบแคนดู-9 เขียนขึ้นโดยบริษัท Cassiopeia Technologies Inc (CTI) ประกอบด้วยบล็อกทั้งหมด 1823 บล็อก มีรายละเอียดของโปรแกรมในคู่มือโปรแกรมจำลองแบบ[1]

โปรแกรมตัวแบบของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แคนดู-9 สามารถติดต่อกับโปรแกรม LabVIEW ผ่านระบบ Dynamic Data Exchange(DDE) [2] ซึ่งมีบล็อกทำหน้าที่ส่งข้อมูลเกี่ยวกับระบบในโรงไฟฟ้าฯ อยู่ทั้งหมด 15 บล็อก เริ่มตั้งแต่บล็อก 4 ถึง บล็อก 19 รายละเอียดต่อไปนี้

บล็อก 4: NMB_SCN_1 (Plant Overview Screen)

บล็อก 5:NMB_SCN_2 (Shutdown Rods Screen)

บล็อก 6:NMB_SCN_3 (Reactivity Control Screen)

บล็อก 7:NMB_SCN_4 (PHT Main Circuit Screen)

บล็อก 8:NMB_SCN_5 (PHT Feed & Bleed Screen)

บล็อก 9:NMB_SCN_6 (PHT Inventory Control Screen)

บล็อก 10:NMB_SCN_7 (Bleed Condensor Control Screen)

บล็อก 11:NMB_SCN_8 (Steam Generator Feed Pumps Screen)

บล็อก 12:NMB_SCN_9 (Steam Generator Level Trends Screen)

บล็อก 13:NMB_SCN_10 (Steam Generator Level Ctrl Screen)

บล็อก 14:NMB_SCN_11 (Steam Generator Level Manual Ctrl Screen)

บล็อก 15:NMB_SCN_12 (Turbine Generator Screen)

บล็อก 16:NMB_SCN_13 (Extraction Steam Screen)

บล็อก 17:NMB_SCN_14 (RRS/DPR Screen)

บล็อก 18:NMB_SCN_15 (UPR Screen)

บล็อก 19:NMB_SCN_16 (PHT Pressure Control Screen)

บล็อกทั้ง 15 บล็อก ทำหน้าที่เป็นส่วนต่อประสาน (Interface) กับภายนอก ตัวอย่างเช่น บล็อก 4 จะแสดงข้อมูลทางเทอร์โมไดนามิค (Thermodynamic) ทั้งด้านวงจรปฐมภูมิและวงจรทุติยภูมิมีข้อมูลดังนี้

พารามิเตอร์ 1:Normalized Zone Level

พารามิเตอร์ 2:Reactor Neutron Power

พารามิเตอร์ 3:Reactor Power Lograte in % /Sec

พารามิเตอร์ 4:Pressurizer Level

พารามิเตอร์ 5:Pressurizer Pressure

พารามิเตอร์ 6:Average Temperature Between the 2 ROHs

พารามิเตอร์ 7:Average Temperature Between the 4RIHs

พารามิเตอร์ 8:D2O Storage Tank Level

พารามิเตอร์ 9:Reactor Thermal Power

พารามิเตอร์ 10:Feedwater Temperature at the Exit of HX5A/B

พารามิเตอร์ 11:SG#1 Level in m

พารามิเตอร์ 12:Main Steam Header Pressure in KPa

พารามิเตอร์ 13:Main Steam Header Temperature

พารามิเตอร์ 14:Total Flow from Steam Geneartors(Kg/Sec)

พารามิเตอร์ 15:Turbine Generator Electrical Power น่าออก in MW

พารามิเตอร์ 16:ASDV Opening in %

พารามิเตอร์ 17:CSDV Opening in %

พารามิเตอร์ 18:Reheater Drains in Kg/Sec

พารามิเตอร์ 19:Main Steam Stop Valve Opening Display

พารามิเตอร์ 20:Average of 4 RIHs Pressure

พารามิเตอร์ 21:Total Feedwater Flow to Sg

พารามิเตอร์ 22:Any SG Feed Pumps on

พารามิเตอร์ 23:Condensate Extracton Pump Display

พารามิเตอร์ 24:Average of the 2ROHs Pressure

พารามิเตอร์ 25:Preasurizer Level Setpoint in m

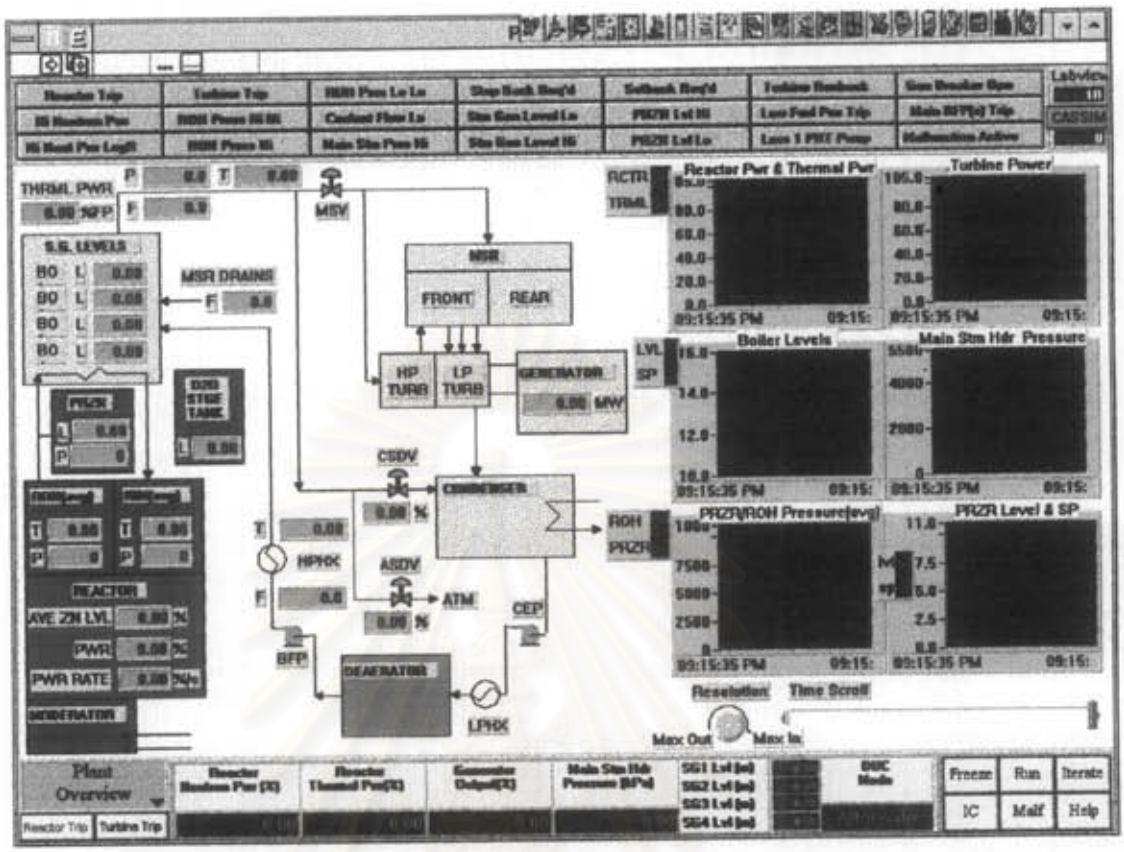
พารามิเตอร์ 26:SG#2 Level in m

พารามิเตอร์ 27:SG#3 Level in m

พารามิเตอร์ 28:SG#4 Level in m

ดังนั้น บล็อก 4 เมื่อส่งข้อมูลไปยังโปรแกรม LabVIEW แล้ว จะมีจอ (Screen) ดังรูป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.6 แสดงรูปหน้าจอของ Plant Overview Screen

LabVIEW Screen ของทั้ง 15 บล็อกมีรายละเอียดอยู่ใน ภาคผนวก ก. การสร้างภาวะทรานเซียนต์บนแบบจำลอง ทำได้โดยเข้าไปเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ในบล็อก 20:Malfunction Master Block รายละเอียดของภาวะทรานเซียนต์รนิดต่างๆดังนี้

ภาวะทรานเซียนต์ชุดที่1: Fail closed all feedwater

ภาวะทรานเซียนต์ชุดที่2:Turbine spurious trip

ภาวะทรานเซียนต์ชุดที่ 3:Feedwater LCV101 fail open

ภาวะทรานเซียนต์ชุดที่ 4: Feedwater LCV101 fail closed

ภาวะทรานเซียนต์ชุดที่ 5: All Main Boiler feed pump Trip

ภาวะทรานเซียนต์ชุดที่ 6:Throttle PT fails low

ภาวะทรานเซียนต์ชุดที่ 7:All ASRVs fail open

ภาวะทรานเซียนต์ชุดที่ 8:PHT LRV(CV20) fails open

ภาวะทรานเซียนต์ชุดที่ 9:PHT Steam Bleed Valve (CV22) fails open

ภาวะทรานเซียนต์ชุดที่10:PHT Feed Valve fails (CV12) fails open

ภาวะทรานเซียนต์ชุดที่ 11:Przr surge valve (MV1) fails Close

ภาวะทรานเซียนต์ชุดที่ 12:PHT Bleed valve(CV5) fails Open

ภาวะทรานเซียนต์ชุดที่ 13:RIH#1 Small Break

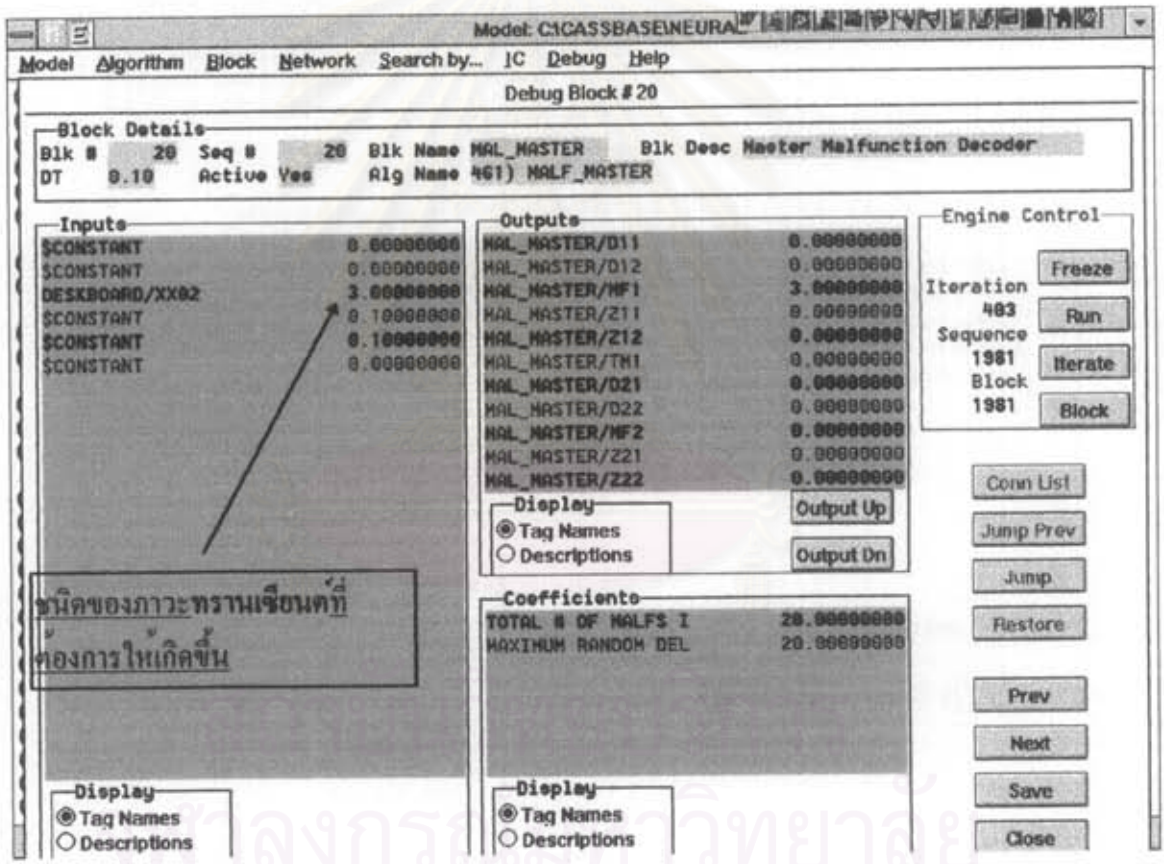
ภาวะทรานเซียนต์ชุดที่ 14:One bank of absorber rod drops

ภาวะทรานเซียนต์ชุดที่ 15:100% Main steam hdr break

ภาวะทรานเซียนต์ชุดที่ 16:Reactor Setback/Stepback both Fail

ภาวะทรานเซียนต์ชุดที่ 17:Steam Generator#1 FW FT irrational

โดยจุดที่จะใส่ค่าพารามิเตอร์ แสดงในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 แสดงรูปหน้าจอของ MAL_MASTER Block ซึ่งเป็นจุดที่ใส่ชนิดของ ภาวะทรานเซียนต์เข้าไป

เมื่อใส่ลำดับที่ของภาวะทรานเซียนต์ที่ต้องการเข้าในบล็อก 20 และทำการรันโปรแกรม ข้อมูลที่ปรากฏบนบล็อก 4 ถึงบล็อก 19 จะเป็นข้อมูลของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เมื่อเกิดภาวะทรานเซียนต์ โดยจะใช้ข้อมูลนี้เพื่อให้เครือข่ายนิวรอลใช้เป็นข้อมูลในการเรียนรู้ สำหรับวิเคราะห์ภาวะทรานเซียนที่จะเกิดขึ้นอีกในช่วงเวลาใดๆของการเดินเครื่องต่อไป