สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

การพัฒนาโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบ

เนื่องจากการเกิดไฟกะพริบจะส่งผลต่อสุขภาพสายตาของคนเรา เช่น ถ้าเราได้รับแสงสว่างที่มีการเกิดไฟกะพริบตอนที่เราอ่านหนังสือ หรือดูโทรทัศน์จะรู้สึกระคายเคือง และเมื่อยล้ากับสายตาได้ ซึ่งการเกิดไฟกะพริบจะส่งผลต่อการทำกิจกรรมต่าง ๆ มากกว่าที่จะส่งผลต่อระบบไฟฟ้า ดังนั้นจึงทำให้องค์กรมาตรฐานต่าง ๆ สนใจมากขึ้น เช่น International Council on Large Electric Systems (CIGRE), International Union for Electroheat (UIE), International Electrotechnical Commission (IEC), Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) และมหาวิทยาลัยต่าง ๆ การพัฒนาโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบจึงถึงว่าเป็นงานวิจัยที่สำคัญเพื่อหาค่าดรรชนีไฟกะพริบทั้งระยะสั้น (P_{st}) และระยะยาว (P_{lt}) ซึ่งใช้ในการประเมินว่าค่าดรรชนีไฟกะพริบทั้งสองอยู่ในขอบเขตที่มาตรฐานกำหนดหรือไม่ โดยในงานวิจัยนี้จะเป็นการพัฒนาโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบตามมาตรฐาน IEC 61000-4-15 อ้างอิงกับหลอดไส้ 60 W/230 V ที่ความถี่ 50 Hz โดยจะแสดงค่า P_{st} และ P_{lt} ทั้ง 3 เฟสในรูปแบบของปฏิทิน ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้สามารถมองเห็นภาพรวมของการเปลี่ยนแปลงของค่า P_{st} และ P_{lt} ในแต่ละเดือนได้อย่างชัดเจน และสามารถเข้าไปดูข้อมูลแต่ละวันได้ หรือจะนำไปเปรียบเทียบกันก็ได้ เพื่อจะดูแนวโน้มค่าดรรชนีไฟกะพริบทั้งสองของระบบไฟฟ้า และนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงระบบไฟฟ้าให้ดียิ่งขึ้น

โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นได้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน มีดังนี้

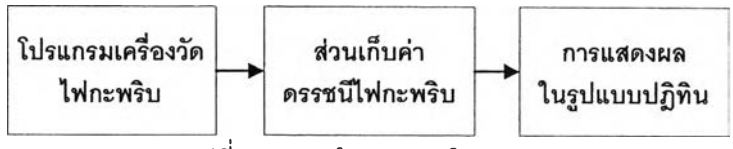
1) โปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบ พัฒนาด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป LabVIEW เพื่อใช้คำนวนหาค่า P_{st} และค่าระดับไฟกะพริบชั่วขณะ (Instantaneous flicker level; IFL) สูงสุดทั้ง 3 เฟส

2) ส่วนเก็บค่าดรรชนีไฟกะพริบ พัฒนาด้วย MS Excel เพื่อเก็บค่า P_{st} และคำนวนหาค่า P_{lt}

3) การแสดงผลในรูปแบบปฏิทิน พัฒนาด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Visual Basic.Net เป็นการนำค่าที่เก็บจากส่วนเก็บค่าดรรชนีไฟกะพริบมาแสดงผลในรูปแบบปฏิทิน

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมสามารถแสดงผลแบบกึ่ง Real Time (ถ้าสัญญาณแรงดันขาเข้ามาจาก Data Acquisition Card) และขั้นตอนการทำงานทั้งหมดของโปรแกรมสามารถแบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอน ดังรูปที่ 4.1 โดยเริ่มจากโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบ ผู้ใช้สามารถเลือกสัญญาณแรงดันที่ต้องการวัดได้ (สัญญาณแรงดันที่วัดผ่าน Data Acquisition Card

หรือสัญญาณแรงดันที่ใช้ในการทดสอบ) แล้วโปรแกรมจะคำนวณค่า P_{st} และค่า IFL สูงสุด (ค่าสัญญาณแรงดันสูงสุดที่ออกมาจากบล็อกที่ 4) ทั้ง 3 เฟส แล้วส่งให้กับส่วนเก็บค่าดรรชนีไฟกะพริบเพื่อเก็บค่า P_{st} และคำนวนค่า P_{lt} จากนั้นจะส่งค่าที่ได้ทั้งหมดให้กับส่วนแสดงผลในรูปแบบของปฏิทิน



รูปที่ 4.1 การทำงานของโปรแกรม

4.1 การพัฒนาโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบ

การพัฒนาโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบตามมาตรฐาน IEC 61000-4-15 จะคำนวณค่า P_{st} และค่า IFL สูงสุดทั้ง 3 เฟส มีขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรมดังนี้

ขั้นตอนที่ 1: ผู้ใช้เลือกสัญญาณแรงดันที่จะนำมาทดสอบ มี 2 แบบ คือ

1) สัญญาณแรงดันที่ผู้ใช้กำหนดเอง (Test signal) เพื่อใช้ในการทดสอบเปรียบเทียบ ซึ่งผู้ใช้ต้องป้อนข้อมูลในแต่ละเฟส จนครบ 3 เฟส ได้แก่ ขนาดแรงดันพาหะ (V_{main}) มุมเฟส (θ) ขนาดแรงดัน Offset (V_{offset}) ความถี่หลักมูล (f_c) การมอดูเลต (รูปคลื่นไซน์หรือรูปคลื่นสี่เหลี่ยม) ขนาดของการเปลี่ยนแปลงแรงดันที่ใช้ในการมอดูเลต ($\frac{dv}{v}(\%)$) ซึ่งตรงกับสมการที่ 4.1 (การมอดูเลตด้วยรูปคลื่นไซน์) และสมการที่ 4.2 (การมอดูเลตด้วยรูปคลื่นสี่เหลี่ยม) ส่วนความถี่ที่ใช้ในการมอดูเลต (f_f) สามารถให้เลือกได้ 2 แบบ (Hz หรือ Changes per minute,cpm)

$$y(t) = \sqrt{2}V_{main}\sin(2\pi f_c t + \theta)\times\left\{1+\frac{1}{2}\times\frac{dv}{v}(\%)\times\sin(2\pi f_f t+\theta)\right\}+V_{offset} \qquad (4.1)$$

$$y(t) = \sqrt{2}V_{main}\sin(2\pi f_c t + \theta)\times\left\{1+\frac{1}{2}\times\frac{dv}{v}(\%)\times\text{square}(2\pi f_f t+\theta)\right\}+V_{offset} \qquad (4.2)$$

2) สัญญาณแรงดันที่มาจากการ์ด DAQ (DAQ signal)

ขั้นตอนที่ 2: ผู้ใช้กำหนดเวลา (เวลา วัน เดือน ปี) ที่จะเริ่มต้นทำการวัดสัญญาณแรงดัน

ขั้นตอนที่ 3: เมื่อถึงเวลาที่กำหนดโปรแกรมเริ่มบันทึกสัญญาณแรงดันทั้ง 3 เฟส (ข้อมูลชุด A) จนครบ 10 นาที 30 วินาที

ขั้นตอนที่ 4: อ่านข้อมูลสัญญาณแรงดันที่บันทึกไว้ (ข้อมูลชุด A)

ขั้นตอนที่ 5: นำข้อมูลสัญญาณแรงดันในขั้นตอนที่ 4 มาหาค่าแรงดันรากกำลังสองเฉลี่ยแล้วนำไปหารกับข้อมูลสัญญาณแรงดันที่บันทึกไว้ (บล็อกที่ 1 ในรูปที่ 3.1)

ขั้นตอนที่ 6: นำข้อมูลสัญญาณแรงดันในขั้นตอนที่ 5 มายกกำลังสอง (บล็อกที่ 2 ในรูปที่ 3.1)

ขั้นตอนที่ 7: นำข้อมูลสัญญาณแรงดันในขั้นตอนที่ 6 ผ่านตัวกรองในบล็อกที่ 3 (ในรูปที่ 3.1) ประกอบด้วยตัวกรอง 3 ตัวกรอง ได้แก่

1) ตัวกรองความถี่สูงอันดับ 1

2) ตัวกรอง Butterworth อันดับ 6

3) ตัวกรอง Weighting

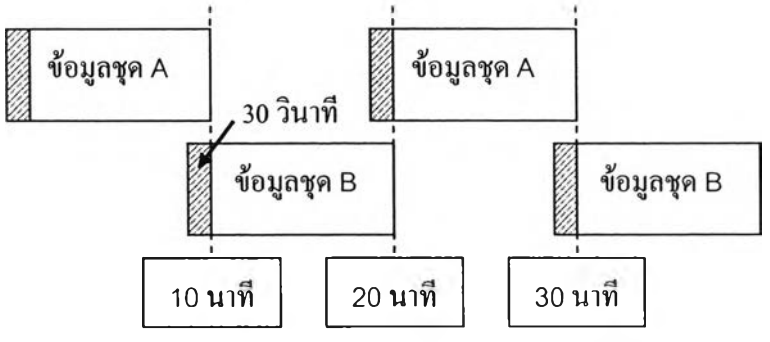
ขั้นตอนที่ 8: นำข้อมูลสัญญาณแรงดันในขั้นตอนที่ 7 เข้าไปในบล็อกที่ 4 (ในรูปที่ 3.1) คือ ตัวคูณยกกำลังสองและตัวกรอง Sliding

ขั้นตอนที่ 9: นำข้อมูลสัญญาณแรงดันในขั้นตอนที่ 8 มาวิเคราะห์ทางสถิติตามบล็อกที่ 5 (ในรูปที่ 3.1) โดยไม่นำข้อมูลในช่วงเวลา 0 – 30 วินาทีมาวิเคราะห์ เพราะเป็นช่วงการเริ่มต้นทำงานของตัวกรอง (ตามมาตรฐาน National Physical Laboratory ประเทศอังกฤษ)

ขั้นตอนที่ 10: แสดงค่า P_{st} และค่า IFL สูงสุดและส่งค่าที่ได้ให้กับส่วนเก็บค่าดรรชนีไฟกะพริบ

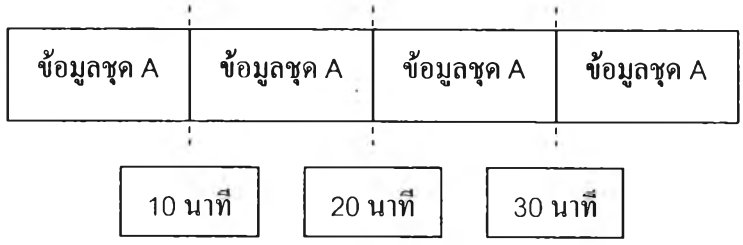
ขั้นตอนที่ 11: เริ่มบันทึกสัญญาณแรงดันทั้ง 3 เฟส (ข้อมูลชุด B) จนครบ 10 นาที 30 วินาที แล้ววนซ้ำไปทำในขั้นตอนที่ 4 ถึง 10 ใหม่

หมายเหตุ การบันทึกสัญญาณแรงดันจะสลับกันบันทึกระหว่างข้อมูลชุด A และ B ไปเรื่อย ๆ และในการบันทึกสัญญาณแรงดันจะมีช่วงการบันทึกที่พร้อมกัน (แถบสีเทาซึ่งใช้เวลาบันทึก 30 วินาที) แสดงในรูปที่ 4.2



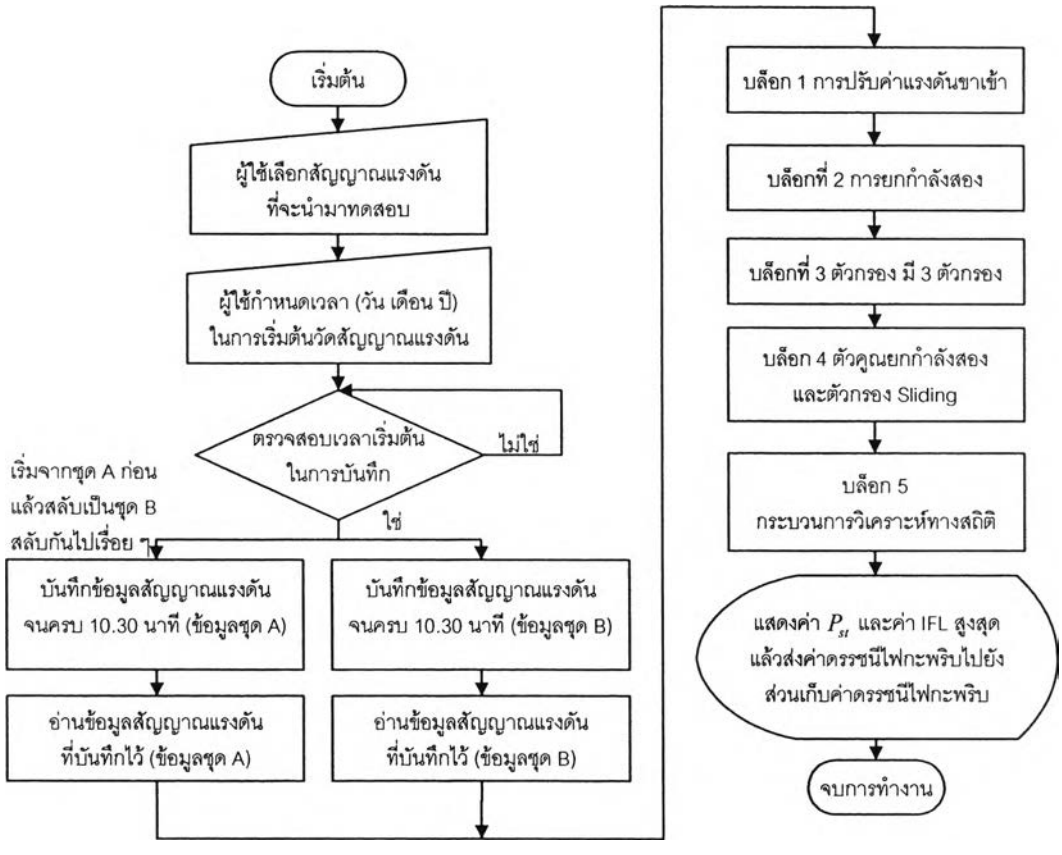
รูปที่ 4.2 การบันทึกสัญญาณแรงดันของข้อมูลชุด A และ B

สาเหตุที่ต้องมีข้อมูลชุด A และ B เพราะในการวิเคราะห์หาค่า P_{st} ทุก ๆ 10 นาทีนั้น จะต้องรวมช่วงเริ่มต้น 30 วินาทีแรกด้วย ถ้าไม่รวมช่วงเริ่มต้น 30 วินาทีแรก ก็จะทำให้ข้อมูลมีเพียงชุดเดียว แสดงในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 การบันทึกสัญญาณแรงดันของข้อมูลชุด A (ชุดเดียว)

จากขั้นตอนดังกล่าวสามารถนำมาเขียนเป็นแผนผังได้ดังรูปที่ 4.4

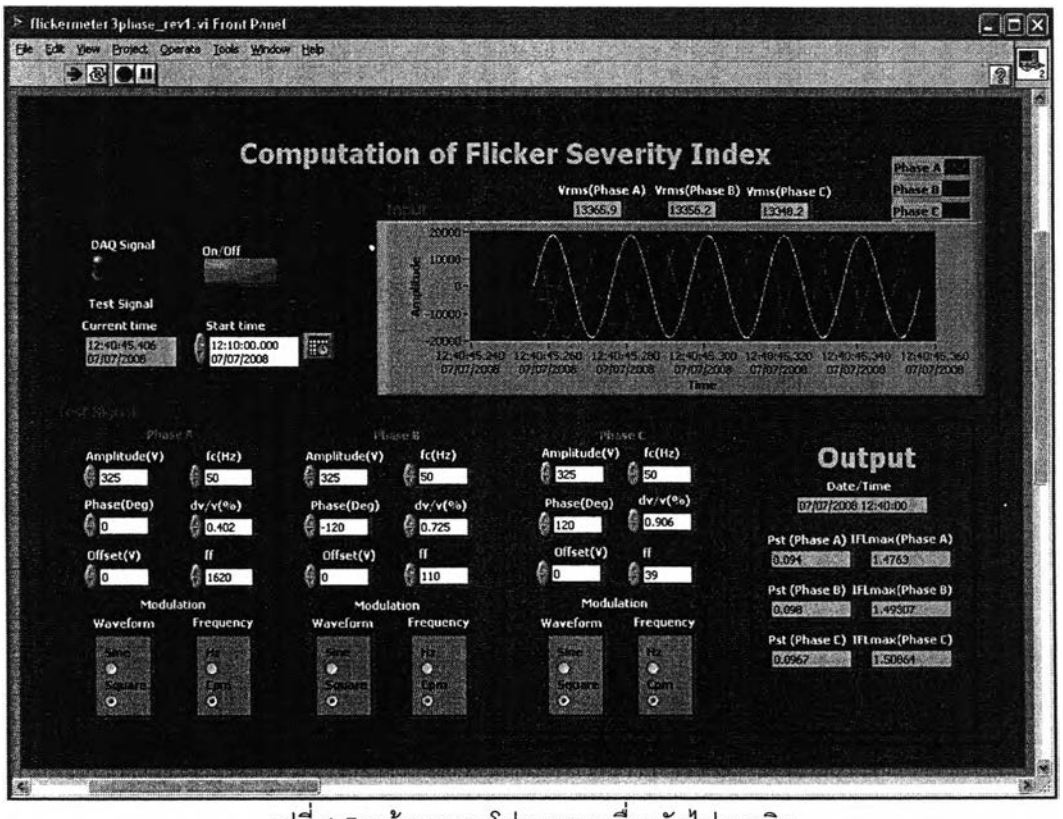


รูปที่ 4.4 แผนผังขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบ

หน้าจอการทำงานของโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบที่พัฒนาด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป LabVIEW ซึ่งแสดงในรูปที่ 4.5 ส่วนมุมบนด้านซ้ายมือจะให้ผู้ใช้เลือกสัญญาณที่ต้องวัดและเวลา

เริ่มต้นในการวัด โดยมีการแสดงเวลาปัจจุบันและสถานะการทำงานของโปรแกรมด้วย สัญญาณที่ใช้ในการทดสอบได้แบ่งออกเป็น 3 เฟส คือ เฟส A เฟส B และ เฟส C และในแต่ละเฟสจะให้ผู้ใช้เลือกขนาดแรงดันพาหะ มุมเฟสพาหะ ขนาดแรงดัน Offset ความถี่หลักมูล การมอดูเลต (รูปคลื่นไซน์หรือรูปคลื่นสี่เหลี่ยม) ขนาดของการเปลี่ยนแปลงแรงดันที่ใช้ในการมอดูเลต (dv/v (%)) ความถี่ที่ใช้ในการมอดูเลต (ff) สามารถให้เลือกได้ 2 แบบ (Hz หรือ Changes per minute,Cpm) ซึ่งรูปคลื่นที่ป้อนทั้ง 3 เฟสและค่าแรงดันรากกำลังสองเฉลี่ย 3 เฟสจะแสดงอยู่มุมบนด้านขวามือ

ในส่วนการแสดงผลลัพธ์จะแสดงเวลา ค่า P_{st} และค่า IFL สูงสุดในแต่ละเฟส โดยที่แสดงอยู่มุมล่างด้านขวามือ หลังจากนั้นโปรแกรมจะส่งค่าที่ได้ ให้กับส่วนเก็บค่าดรรชนีไฟกะพริบ



รูปที่ 4.5 หน้าจอของโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบ

4.2 ส่วนเก็บค่าดรรชนีไฟกะพริบ

ส่วนเก็บค่าดรรชนีไฟกะพริบจะมีหน้าที่ในการเก็บค่า P_{st} ที่เวลาต่าง ๆ และคำนวนค่า P_{lt} โดยมีขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรม ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1: รับค่า P_{st} และเวลาจากโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบ

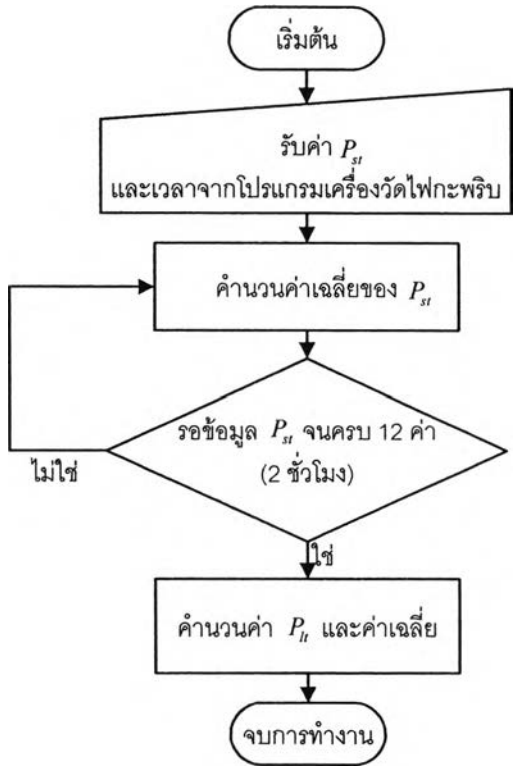
ขั้นตอนที่ 2: คำนวนค่าเฉลี่ยของ P_{st}

ขั้นตอนที่ 3: รอข้อมูล P_{st} จนครบ 12 ค่า

ขั้นตอนที่ 4: คำนวนค่า P_{lt} และค่าเฉลี่ย

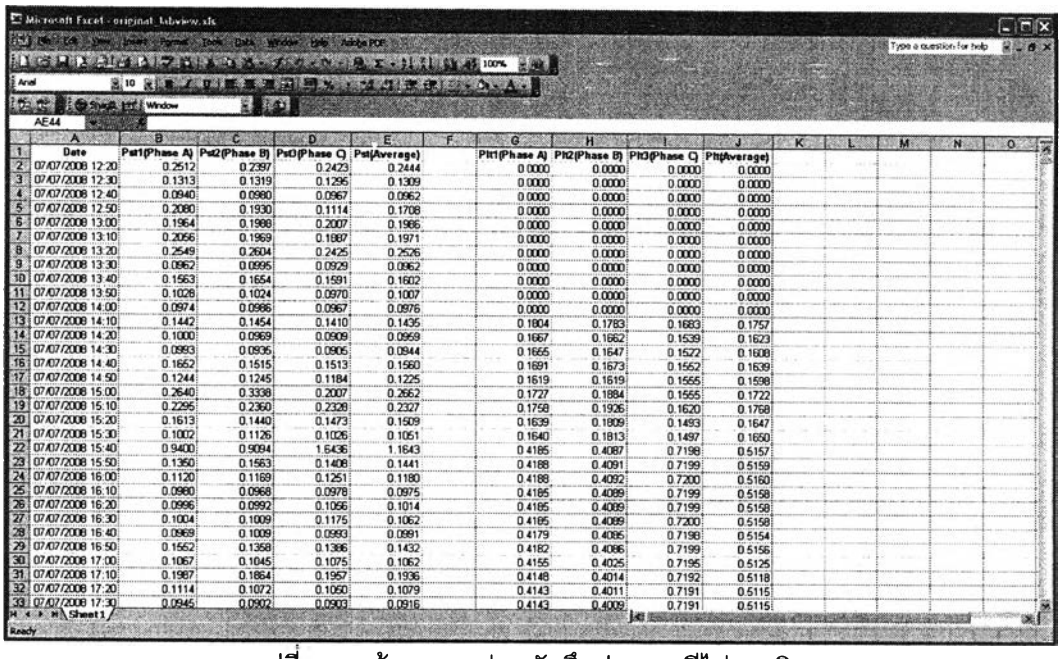
เมื่อรับค่า P_{st} ครบ 12 ค่า (2 ชั่วโมง) แล้ว โปรแกรมก็จะคำนวนค่า P_{lt} ออกมา 1 ค่า หลังจากนั้นเมื่อรับค่า P_{st} ค่าที่ 13 มา โปรแกรมก็จะคำนวนค่า P_{lt} ค่าใหม่ออกมาด้วย (Sliding) ซึ่งไม่ต้องรอให้ครบ 2 ชั่วโมง จึงจะคำนวนค่า P_{lt} ออกมา และจะใช้วิธีการ Sliding กับค่า P_{lt} ถัดไป จนกว่าโปรแกรมจะหยุดทำงาน

จากขั้นตอนดังกล่าวสามารถนำมาเขียนเป็นแผนผังได้ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 แผนผังขั้นตอนการทำงานของส่วนเก็บค่าดรรชนีไฟกะพริบ

หน้าจอในการบันทึกค่าดรรชนีไฟกะพริบแสดงในรูปที่ 4.7 โดยที่จะเก็บค่าทั้งหมดใน Worksheet ที่ 1 ประกอบด้วยการเก็บค่าเวลาในคอลัมน์ A และ P_{st} ทั้ง 3 เฟส ตั้งแต่คอลัมน์ B ถึง E และ P_{lt} ทั้ง 3 เฟส ตั้งแต่คอลัมน์ G ถึง J



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Date	Pst1(Phase A)	Pst2(Phase B)	Pst3(Phase C)	Pst(Average)		Plt1(Phase A)	Plt2(Phase B)	Plt3(Phase C)	Plt(Average)					
2	07/07/2008 12:20	0.2512	0.2397	0.2423	0.2444		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000					
3	07/07/2008 12:30	0.1313	0.1319	0.1295	0.1309		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000					
4	07/07/2008 12:40	0.0940	0.0980	0.0967	0.0962		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000					
5	07/07/2008 12:50	0.2080	0.1930	0.1114	0.1708		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000					
6	07/07/2008 13:00	0.1964	0.1988	0.2007	0.1986		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000					
7	07/07/2008 13:10	0.2056	0.1969	0.1887	0.1971		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000					
8	07/07/2008 13:20	0.2549	0.2604	0.2425	0.2526		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000					
9	07/07/2008 13:30	0.0962	0.0995	0.0929	0.0962		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000					
10	07/07/2008 13:40	0.1563	0.1654	0.1591	0.1602		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000					
11	07/07/2008 13:50	0.1028	0.1024	0.0970	0.1007		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000					
12	07/07/2008 14:00	0.0974	0.0986	0.0967	0.0976		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000					
13	07/07/2008 14:10	0.1442	0.1454	0.1410	0.1435		0.1804	0.1783	0.1683	0.1757					
14	07/07/2008 14:20	0.1000	0.0969	0.0909	0.0959		0.1687	0.1662	0.1539	0.1623					
15	07/07/2008 14:30	0.0993	0.0936	0.0905	0.0944		0.1665	0.1647	0.1522	0.1608					
16	07/07/2008 14:40	0.1652	0.1515	0.1513	0.1560		0.1691	0.1673	0.1552	0.1639					
17	07/07/2008 14:50	0.1244	0.1245	0.1184	0.1225		0.1619	0.1619	0.1555	0.1598					
18	07/07/2008 15:00	0.2640	0.3338	0.2007	0.2662		0.1727	0.1884	0.1555	0.1722					
19	07/07/2008 15:10	0.2295	0.2360	0.2328	0.2327		0.1758	0.1936	0.1620	0.1768					
20	07/07/2008 15:20	0.1613	0.1440	0.1473	0.1509		0.1639	0.1809	0.1493	0.1647					
21	07/07/2008 15:30	0.1002	0.1126	0.1026	0.1051		0.1640	0.1813	0.1497	0.1650					
22	07/07/2008 15:40	0.9400	0.9094	1.6436	1.1843		0.4185	0.4087	0.7198	0.5157					
23	07/07/2008 15:50	0.1360	0.1563	0.1408	0.1441		0.4188	0.4091	0.7199	0.5159					
24	07/07/2008 16:00	0.1120	0.1189	0.1251	0.1180		0.4188	0.4092	0.7200	0.5160					
25	07/07/2008 16:10	0.0980	0.0968	0.0978	0.0975		0.4185	0.4089	0.7199	0.5158					
26	07/07/2008 16:20	0.0996	0.0992	0.1056	0.1014		0.4185	0.4089	0.7199	0.5158					
27	07/07/2008 16:30	0.1004	0.1009	0.1175	0.1062		0.4185	0.4089	0.7200	0.5158					
28	07/07/2008 16:40	0.0969	0.1009	0.0993	0.0991		0.4179	0.4085	0.7198	0.5154					
29	07/07/2008 16:50	0.1552	0.1368	0.1386	0.1432		0.4182	0.4086	0.7199	0.5156					
30	07/07/2008 17:00	0.1067	0.1045	0.1075	0.1062		0.4155	0.4025	0.7196	0.5125					
31	07/07/2008 17:10	0.1987	0.1864	0.1957	0.1936		0.4148	0.4014	0.7192	0.5118					
32	07/07/2008 17:20	0.1114	0.1072	0.1050	0.1079		0.4143	0.4011	0.7191	0.5115					
33	07/07/2008 17:30	0.0945	0.0902	0.0903	0.0916		0.4143	0.4009	0.7191	0.5115					

รูปที่ 4.7 หน้าจอของส่วนบันทึกค่าดรรชนีไฟกะพริบ

4.3 การแสดงผลในรูปแบบปฏิทิน

ในส่วนการแสดงผลในรูปแบบปฏิทิน ผู้ใช้สามารถสังเกตและเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างวันหรือสัปดาห์ภายในเดือนนั้น ๆ ได้ ย่อหรือขยายรูป บันทึกรูปและแสดงค่าข้อมูลที่จุดนั้นได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ในส่วนเก็บค่าดรรชนีไฟกะพริบสามารถนำค่า P_{st} และ P_{lt} ทั้ง 3 เฟส ที่ได้จากการบันทึกข้อมูลของเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้าที่มีอยู่ในท้องตลาดมาป้อนให้กับส่วนแสดงผลในรูปแบบของปฏิทินได้ด้วยเช่นกัน ส่วนการแสดงผลในรูปแบบปฏิทินจะประกอบด้วย 5 หน้า มีดังนี้

1) การแสดงผลในรูปแบบปฏิทิน

2) การแสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลทั้งเดือนในรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงตามเวลา

3) การแสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลแต่ละสัปดาห์

4) การแสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างวัน

5) การแสดงผลข้อมูลแต่ละวัน

ขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรมก่อนที่จะทำการแสดงผลมีขั้นตอนดังนี้

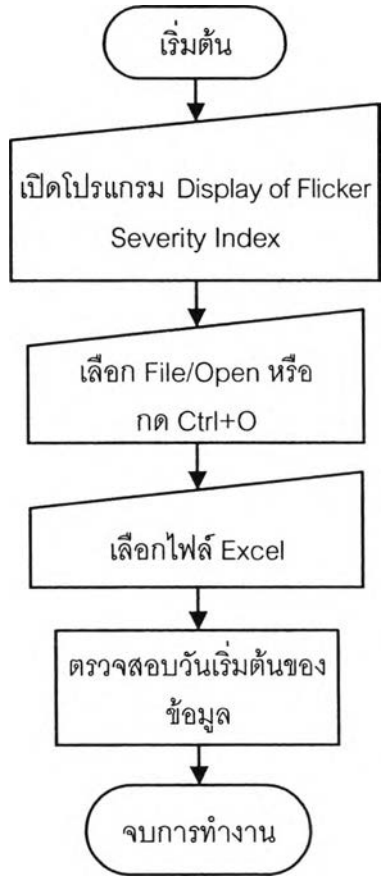
ขั้นตอนที่ 1: ผู้ใช้เปิดโปรแกรมการแสดงผลดรรชนีไฟกะพริบ (Display of Flicker Severity Index)

ขั้นตอนที่ 2: ผู้ใช้เลือกคำสั่ง File/open ที่อยู่ทางด้านมุมบนซ้ายมือ หรือ กดคำสั่งลัด Ctrl+O

ขั้นตอนที่ 3: ผู้ใช้เลือกไฟล์ Excel (*.xls) ที่ต้องการแสดงผลในรูปแบบปฏิทิน แล้วกด Open

ขั้นตอนที่ 4: โปรแกรมจะทำการตรวจสอบข้อมูลใน Excel ว่ามีข้อมูลตั้งแต่วันไหนถึงวันไหน เดือนไหน ปีไหน และหาวันเริ่มต้นของข้อมูล (วันจันทร์ วันอังคาร วันพุธ เป็นต้น) โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลพื้นฐานในคอมพิวเตอร์

จากขั้นตอนดังกล่าวสามารถนำมาเขียนเป็นแผนผังได้ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 แผนผังขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมก่อนที่จะทำการแสดงผล

4.3.1 การแสดงผลในรูปแบบปฏิทิน

ผู้ใช้สามารถเห็นภาพโดยรวมของความแตกต่างของข้อมูลที่วัดไว้ภายในเดือนนั้น ๆ ว่ามีค่า P_{st} หรือ P_{lt} ที่มีค่าสูง หรือมีค่าน้อยในช่วงเวลาไหน วันไหนบ้าง

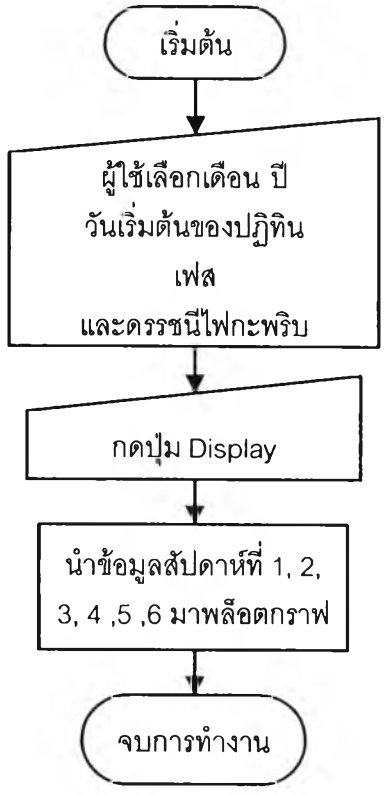
ขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรมมีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1: ผู้ใช้เลือกเดือน ปี วันเริ่มต้นของปฏิทิน เฟส (ทุกเฟสหรือเฟส A หรือเฟส B หรือเฟส C หรือค่าเฉลี่ยทั้ง 3 เฟส) และดรรชนีไฟกะพริบ (P_{st} หรือ P_{lt})

ขั้นตอนที่ 2: กดปุ่มแสดงผล (Display)

ขั้นตอนที่ 3: นำข้อมูลสัปดาห์ที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6 มาพล็อตกราฟ

จากขั้นตอนดังกล่าวสามารถนำมาเขียนเป็นแผนผังได้ดังรูปที่ 4.9



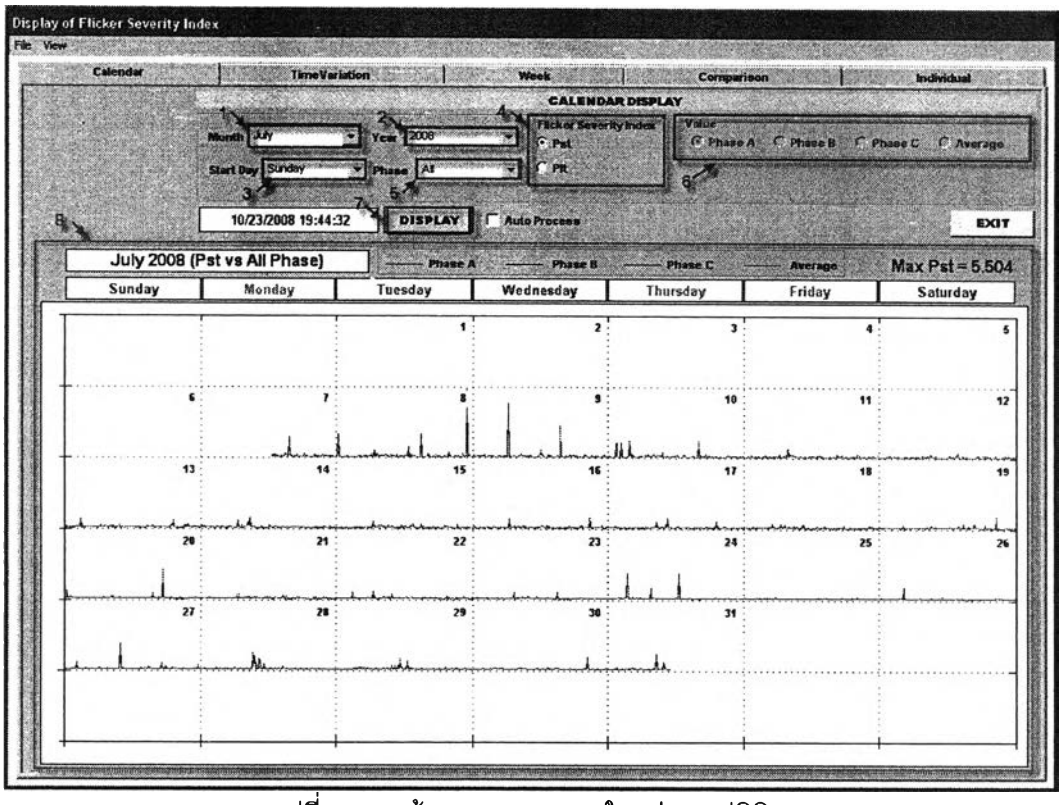
รูปที่ 4.9 แผนผังขั้นตอนการทำงานของการแสดงผลในรูปแบบปฏิทิน

หน้าจอในการแสดงผลในรูปแบบปฏิทินและขั้นตอนในการใช้งานแสดงในรูปที่ 4.10 และมีรายละเอียดดังนี้

1. ผู้ใช้เลือกลักษณะข้อมูลที่ต้องการแสดงผลตามหมายเลข (แสดงในรูปที่ 4.10) ดังนี้ 1.เดือน 2.ปี 3.วันเริ่มต้นของปฏิทิน 4.ดรรชนีไฟกะพริบ (P_{st} หรือ P_{lt}) 5.เฟส (ทุกเฟส) 6.เฟสที่เจาะจง (เฟส A หรือเฟส B หรือเฟส C หรือค่าเฉลี่ยทั้ง 3 เฟส)

2. ผู้ใช้กดปุ่มแสดงผล (หมายเลข 7)

3. โปรแกรมจะแสดงผล (หมายเลข 8) การแสดงผลจะแสดงชื่อเดือน ปี เวลาปัจจุบัน ดรรชนีไฟกะพริบและเฟสที่ผู้ใช้เลือกไว้ และแสดงรูปกราฟในรูปแบบปฏิทิน โดยที่ เส้นกราฟสีแดง คือ เฟส A เส้นกราฟสีน้ำเงิน คือ เฟส B เส้นกราฟสีเขียว คือ เฟส C และเส้นกราฟสีส้ม คือ ค่าเฉลี่ยทั้ง 3 เฟส



รูปที่ 4.10 หน้าจอการแสดงผลในรูปแบบปฏิทิน

จากรูปที่ 4.10 เราจะเห็นได้ว่าเริ่มมีการวัดสัญญาณแรงดัน ตั้งแต่วันจันทร์ที่ 7 กรกฎาคม 2551 เวลาประมาณ 12.00 น. ถึงวันพฤหัสบดีที่ 31 กรกฎาคม 2551 เวลาประมาณ 12.00 น. โดยมีการเพิ่มขึ้นของค่า P_{st} ในวันที่ 8 และ 9 กรกฎาคม 2551 ส่วนในวันอื่นๆ ก็มีการกระโดดขึ้นบ้างแต่ค่าไม่สูงมาก และด้านขวามือด้านบนแสดงค่า P_{st} สูงสุดของเดือนกรกฎาคมด้วย ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.504

4.3.2 การแสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลทั้งเดือนในรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงตามเวลา

ผู้ใช้สามารถเห็นความแตกต่างของแต่ละช่วงเวลา แต่ละวัน โดยจะแสดงเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ของค่าที่สูงสุดในเดือนนั้น ๆ ซึ่งจะแสดงสีที่แตกต่างกันเพื่อให้เห็นความแตกต่างกันในแต่ละวันแต่ละชั่วโมงได้อย่างชัดเจน ภายในเดือนนั้น ๆ

ขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรมมีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1: ผู้ใช้เลือกเดือน ปี ค่าเปอร์เซ็นต์ตั้งแต่ 0% – 100% หรือ เปอร์เซ็นต์ที่ 5 หรือเปอร์เซ็นต์ที่ 10 (เพิ่มครั้งละ 5%) จนถึง 100 % ดรรชนีไฟกะพริบ (P_{st} หรือ P_{lt}) เฟส (เฟส A หรือเฟส B หรือเฟส C หรือค่าเฉลี่ยทั้ง 3 เฟส)

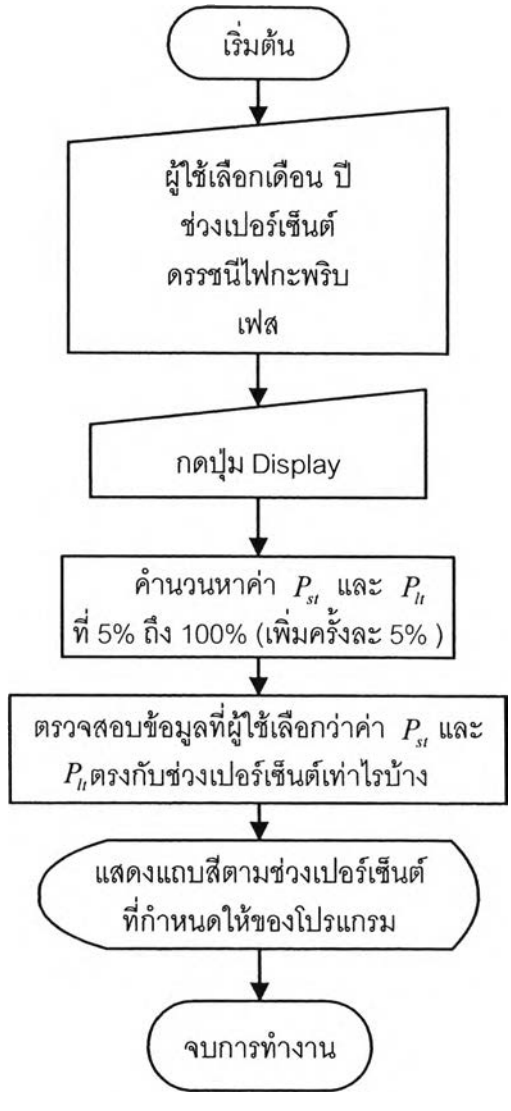
ขั้นตอนที่ 2: กดปุ่มแสดงผล (Display)

ขั้นตอนที่ 3: คำนวนหาค่า P_{st} และ P_{lt} ที่ เปอร์เซ็นต์ที่ 5 ถึง เปอร์เซ็นต์ที่ 100 (เพิ่มครั้งละ 5%)

ขั้นตอนที่ 4: ตรวจสอบข้อมูลตามที่ผู้ใช้เลือกทุก ๆ 10 นาที ว่ามีค่า P_{st} และ P_{lt} ตรงกับช่วงเปอร์เซ็นต์เท่าไรบ้าง

ขั้นตอนที่ 5: แสดงแถบสีตามช่วงเปอร์เซ็นต์ที่กำหนดให้ของโปรแกรม

จากขั้นตอนดังกล่าวสามารถนำมาเขียนเป็นแผนผังได้ดังรูปที่ 4.11



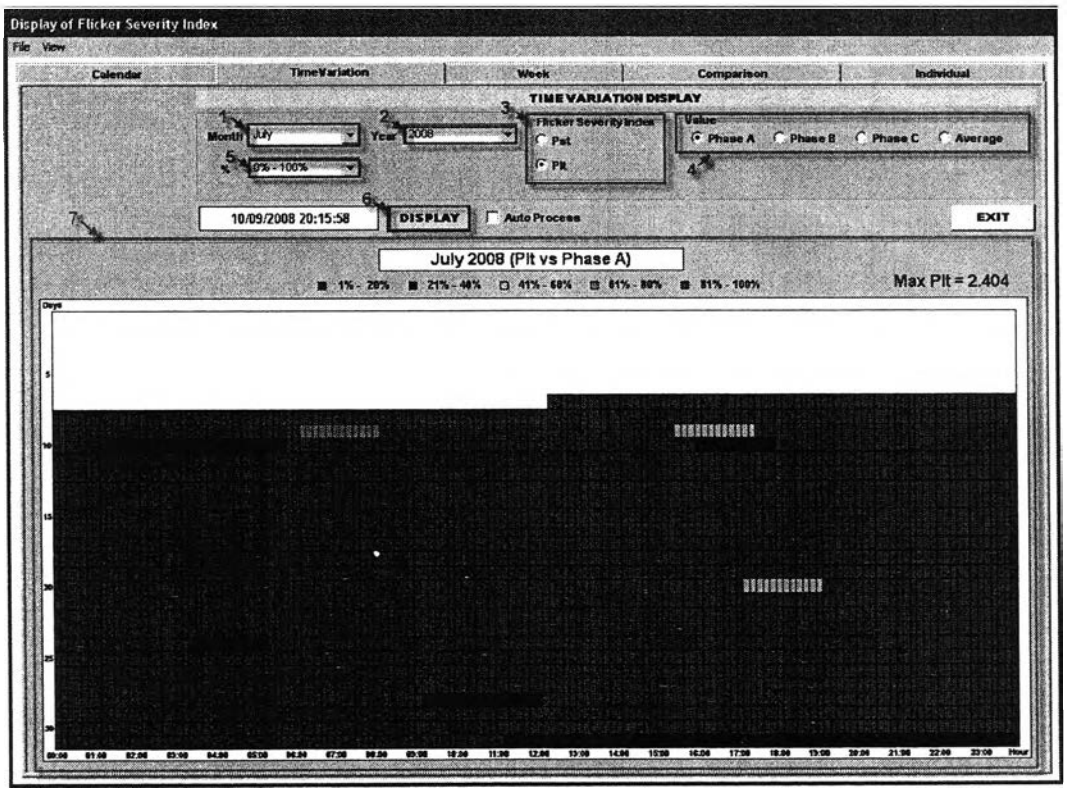
รูปที่ 4.11 แผนผังขั้นตอนการทำงานของการแสดงผล
การเปรียบเทียบข้อมูลทั้งเดือนในรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงตามเวลา

หน้าจอในการแสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลทั้งเดือนในรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงตามเวลาและขั้นตอนในการใช้งานแสดงในรูปที่ 4.12 และมีรายละเอียดดังนี้

1. ผู้ใช้เลือกลักษณะข้อมูลที่ต้องการแสดงผลตามหมายเลข (แสดงในรูปที่ 4.12) ดังนี้ 1. เดือน 2.ปี 3.ดรรชนีไฟกะพริบ (P_{st} หรือ P_{lt}) 4.เฟสที่เจาะจง (เฟส A หรือเฟส B หรือเฟส C หรือค่าเฉลี่ยทั้ง 3 เฟส) 5.ช่วงเปอร์เซ็นต์ (ตั้งแต่ 0% - 100% หรือที่ 5% หรือ 10% (เพิ่มครั้งละ 5%) จนถึง 100%)

2. ผู้ใช้กดปุ่มแสดงผล (หมายเลข 6)

3. โปรแกรมจะแสดงผล (หมายเลข 7) การแสดงผลจะแสดงชื่อเดือน ปี เวลาปัจจุบัน ดรรชนีไฟกะพริบและเฟสตามที่ผู้ใช้เลือกและแสดงตารางแถบสีที่ค่าเปอร์เซ็นต์ต่าง ๆ ของเดือนนั้น ๆ โดยที่แกนแนวนอนเป็นแกนของเวลาตั้งแต่ 0.00 น.ถึง 24.00 น.เพิ่มขึ้นครั้งละ 10 นาที แกนแนวดิ่งเป็นแกนของวันตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 31 เพิ่มขึ้นครั้งละ 1 วัน จากบนลงล่างและแถบสีเขียวแสดงค่า 1% – 20% แถบสีน้ำเงินแสดงค่า 21% – 40% แถบสีชมพูแสดงค่า 41% – 60% แถบสีส้มแสดงค่า 61% – 80% แถบสีแดงแสดงค่า 81% – 100% แถบสีขาวไม่อยู่ในช่วงการการวัด (ช่วงก่อนเริ่มต้นการวัด) และแถบสีดำไม่อยู่ในช่วงการการวัด (ช่วงหลังการวัด)



รูปที่ 4.12 หน้าจอการแสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลทั้งเดือน
ในรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงตามเวลา

จากรูปที่ 4.12 เราจะเห็นได้ว่าเริ่มมีการวัดสัญญาณแรงดัน ตั้งแต่วันที่ 7 กรกฎาคม 2551 เวลาประมาณ 12.00 น. ถึงวันที่ 31 กรกฎาคม 2551 เวลาประมาณ 11.00 น. และพบว่าค่า P_{lt} ในเฟส A มีค่าเปอร์เซ็นต์สูงบริเวณพื้นที่สีแดง (81%-100%) ตั้งแต่วันที่ 8 กรกฎาคม 2551 เวลาประมาณ 22.40 น. ถึงวันที่ 9 กรกฎาคม 2551 เวลาประมาณ 00.50 น. ส่วนบริเวณพื้นที่สีส้ม สีชมพู สีน้ำเงิน จะมีค่าเปอร์เซ็นต์ที่ลดต่ำลงมา ส่วนบริเวณพื้นที่สีเขียวจะมีค่าเปอร์เซ็นต์ต่ำสุด ซึ่งจะพบได้เกือบตลอดทั้งเดือนที่ทำการวัด และด้านขวามือด้านบนแสดงค่า P_{lt} สูงสุดของเฟส A ของเดือนกรกฎาคมด้วย ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.404

4.3.3 การแสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลแต่ละสัปดาห์

ผู้ใช้สามารถรู้ได้ว่าสัปดาห์ไหนมีค่าดรรชนีไฟกระพริบสูงหรือต่ำอย่างไรบ้าง

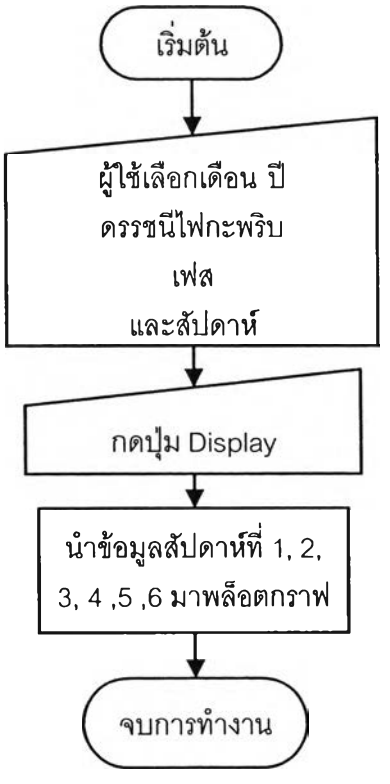
ขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรมมีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1: ผู้ใช้เลือกเดือน ปี ดรรชนีไฟกะพริบ (P_{st} หรือ P_{lt}) เฟส (เฟส A หรือเฟส B หรือเฟส C หรือค่าเฉลี่ยทั้ง 3 เฟส) และสัปดาห์ (สัปดาห์ที่ 1 ถึง 6 หรือทุกสัปดาห์)

ขั้นตอนที่ 2: กดปุ่มแสดงผล (Display)

ขั้นตอนที่ 3: นำข้อมูลสัปดาห์ที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6 มาพล็อตกราฟ

จากขั้นตอนดังกล่าวสามารถนำมาเขียนเป็นแผนผังได้ดังรูปที่ 4.13



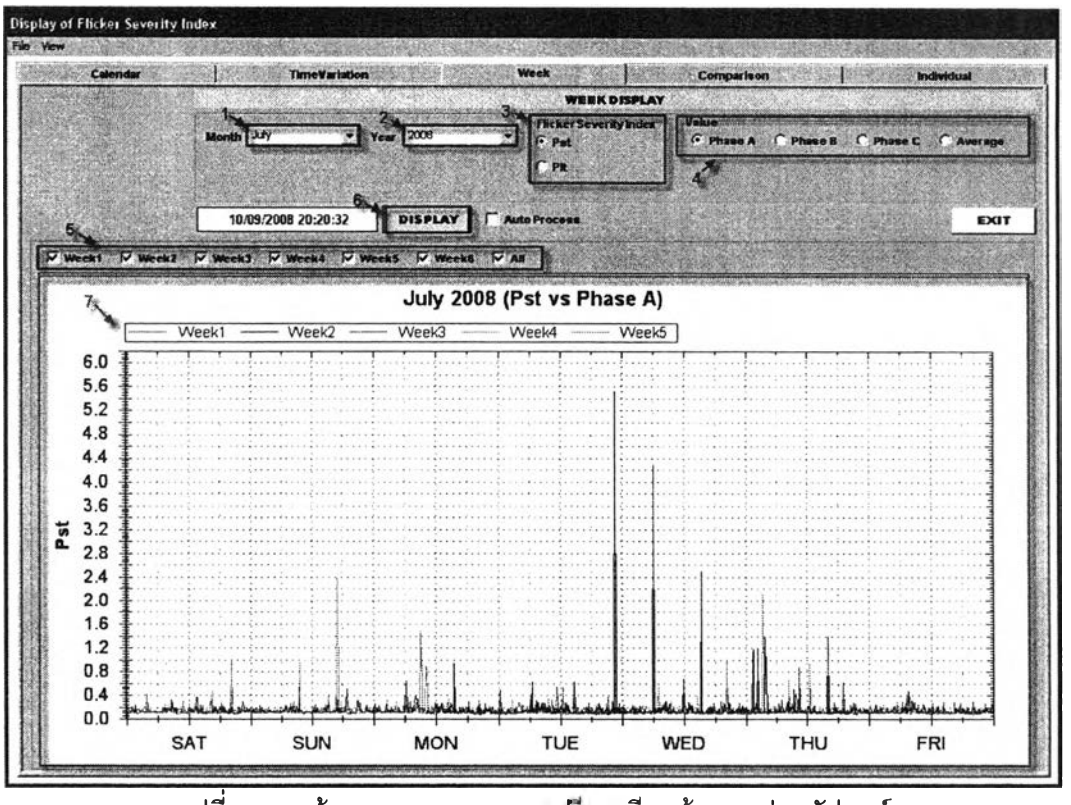
รูปที่ 4.13 แผนผังขั้นตอนการทำงานของการแสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลแต่ละสัปดาห์

หน้าจอในการแสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลแต่ละสัปดาห์และขั้นตอนในการใช้งานแสดงในรูปที่ 4.14 และมีรายละเอียดดังนี้

1. ผู้ใช้เลือกลักษณะข้อมูลที่ต้องการแสดงผลตามหมายเลข (แสดงในรูปที่ 4.14) ดังนี้ 1. เดือน 2.ปี 3.ดรรชนีไฟกะพริบ (P_{st} หรือ P_{lt}) 4.เฟสที่เจาะจง (เฟส A หรือเฟส B หรือเฟส C หรือค่าเฉลี่ยทั้ง 3 เฟส) 5.สัปดาห์ที่ต้องการแสดงผล

2. ผู้ใช้กดปุ่มแสดงผล (หมายเลข 6)

3. โปรแกรมจะแสดงผล (หมายเลข 7) การแสดงผลจะแสดงชื่อเดือน ปี เวลาปัจจุบัน ดรรชนีไฟกะพริบและเฟสตามที่ผู้ใช้เลือก และแสดงกราฟในรูปแบบการเปรียบเทียบข้อมูลแต่ละสัปดาห์ โดยที่ สัปดาห์ที่ 1 แสดงสีแดง สัปดาห์ที่ 2 แสดงสีน้ำเงิน สัปดาห์ที่ 3 แสดงสีเขียว สัปดาห์ที่ 4 แสดงสีชมพู สัปดาห์ที่ 5 แสดงสีส้ม



รูปที่ 4.14 หน้าจอการแสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลแต่ละสัปดาห์

จากรูปที่ 4.14 เราจะเห็นได้ว่าเป็นการเปรียบเทียบค่า P_{st} ของเฟส A ทั้ง 4 สัปดาห์ โดยไม่มีข้อมูลสัปดาห์ที่ 1 (สีแดง) เพราะเริ่มวัดสัญญาณแรงดันในสัปดาห์ที่ 2 และจากรูปกราฟที่ได้เปรียบเทียบพบว่าสัปดาห์ที่ 2 (สีน้ำเงิน) มีค่า P_{st} สูงกว่าสัปดาห์อื่น ๆ และค่า P_{st} ที่สูงอยู่ในวันอังคารและวันพุธ

4.3.4 การแสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างวัน

ผู้ใช้สามารถเห็นความแตกต่างของข้อมูลในแต่ละวันที่มีการเปรียบเทียบ โดยจะเปรียบเทียบข้อมูลภายในเฟสเดียวกัน โดยจะแบ่งการเปรียบเทียบเป็น 3 รูปแบบ คือ 1) การเปรียบเทียบค่า P_{st} หรือ P_{lt} 2) การเปรียบเทียบแบบเส้นกราฟ CPF และ 3) การเปรียบเทียบแบบแผนภูมิแท่ง ในการเลือกวันที่ต้องการเปรียบเทียบ ผู้ใช้อาจจะเปรียบเทียบข้อมูลตั้งแต่วันจันทร์ถึงวันอาทิตย์ของสัปดาห์นั้น ๆ หรืออาจจะเปรียบเทียบข้อมูลทุก ๆ วันจันทร์ภายในเดือนนั้นๆ ก็ได้ การแสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างวัน ประกอบด้วยหน้าย่อย 3 หน้า ได้แก่ การเปรียบเทียบค่า P_{st} หรือ P_{lt} (Trend) การเปรียบเทียบแบบเส้นกราฟ CPF (Cumulative probability Curve) และการเปรียบเทียบแบบแผนภูมิแท่ง (Bar Chart)

4.3.4.1 การเปรียบเทียบค่า P_{st} หรือ P_{lt} ระหว่างวัน

ขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรมมีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1: ผู้ใช้เลือกวัน เดือน ปี และช่วงเวลาของวันที่ต้องการเปรียบเทียบ (เลือกได้มากสุด 7 วัน) ดรรชนีไฟกะพริบ (P_{st} หรือ P_{lt}) และคลาสในการหา CPF (เป็นการแบ่งขนาดของ Bin size ของดรรชนีไฟกะพริบ) ซึ่งในการหา CPF มีสมการดังนี้ [9]

$$p(l) = \frac{C}{B} \quad , C \le l \tag{4.3}$$

โดยที่ $p(l)$ เป็นความน่าจะเป็นสะสมที่ระดับสัญญาณ l

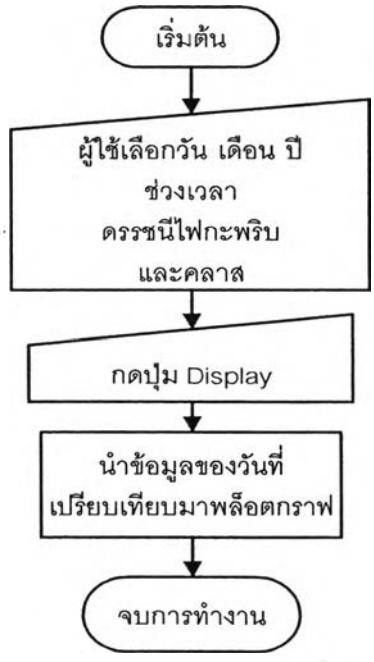
C เป็นผลรวมของจำนวนสัญญาณที่น้อยกว่าหรือเท่ากับระดับสัญญาณ l

B เป็นผลรวมของจำนวนสัญญาณทั้งหมด

ขั้นตอนที่ 2: กดปุ่มแสดงผล (Display)

ขั้นตอนที่ 3: นำข้อมูลของวันที่ต้องการเปรียบเทียบมาพล็อตกราฟ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 กราฟ คือ กราฟการเปรียบเทียบเฉพาะเฟส A ของแต่ละวัน การเปรียบเทียบเฉพาะเฟส B ของแต่ละวัน การเปรียบเทียบเฉพาะเฟส C ของแต่ละวัน และการเปรียบเทียบเฉพาะค่าเฉลี่ยทั้ง 3 เฟสของแต่ละวัน

จากขั้นตอนดังกล่าวสามารถนำมาเขียนเป็นแผนผังได้ดังรูปที่ 4.15



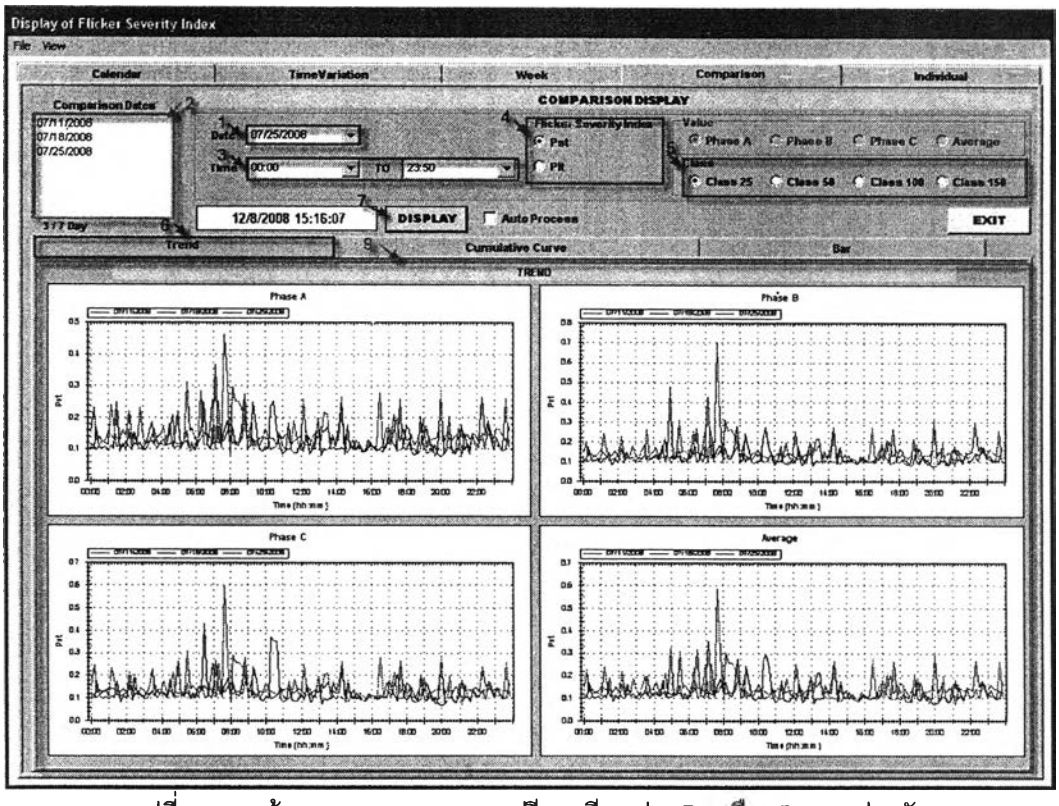
รูปที่ 4.15 แผนผังขั้นตอนการทำงานของการแสดงผลการเปรียบเทียบค่า P_{st} หรือ P_{lt} ระหว่างวัน

หน้าจอในการแสดงผลการเปรียบเทียบค่า P_{st} หรือ P_{lt} ระหว่างวันและขั้นตอนในการใช้งานแสดงในรูปที่ 4.16 และมีรายละเอียดดังนี้

1. ผู้ใช้เลือกลักษณะข้อมูลที่ต้องการแสดงผลตามหมายเลข (แสดงในรูปที่ 4.16) ดังนี้ 1. วัน เดือน ปี ที่ต้องการเปรียบเทียบ (เลือกได้มากสุด 7 วัน) 2.แสดงวัน เดือน ปี ที่เลือก 3.ช่วงเวลา 4.ดรรชนีไฟกะพริบ (P_{st} หรือ P_{lt}) 5.คลาสในการหา CPF

2. ผู้ใช้กดปุ่มแสดงแบบ Trend (หมายเลข 6) และกดปุ่มแสดงผล (หมายเลข 7)

3. โปรแกรมจะแสดงผล (หมายเลข 8) การแสดงผลจะแสดงเวลาปัจจุบันและได้แบ่งกราฟออกเป็น 4 กราฟ คือ กราฟการเปรียบเทียบเฉพาะเฟส A ของแต่ละวัน การเปรียบเทียบเฉพาะเฟส B ของแต่ละวัน การเปรียบเทียบเฉพาะเฟส C ของแต่ละวัน และการเปรียบเทียบเฉพาะค่าเฉลี่ยทั้ง 3 เฟสของแต่ละวัน และในแต่ละกราฟจะแสดงสีของวันที่เปรียบเทียบด้วย



รูปที่ 4.16 หน้าจอการแสดงผลการเปรียบเทียบค่า P_{st} หรือ P_{lt} ระหว่างวัน

จากรูปที่ 4.16 เราจะเห็นได้ว่าการเปรียบเทียบค่า P_{st} ของเฟส A เฟส B เฟส C และค่าเฉลี่ยทั้ง 3 เฟส ของวันที่ 11 18 และ 25 กรกฎาคม 2551 พบว่าค่า P_{st} ของเฟส A เฟส B เฟส C และค่าเฉลี่ยทั้ง 3 เฟสของวันที่ 11 กรกฎาคม 2551 (สีแดง) มีค่าสูงกว่าวันอื่นๆ (เวลา 8.00 น.)

4.3.4.2 การเปรียบเทียบแบบเส้นกราฟความน่าจะเป็นสะสม (Cumulative probability curve) ระหว่างวัน

ขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรมมีดังนี้

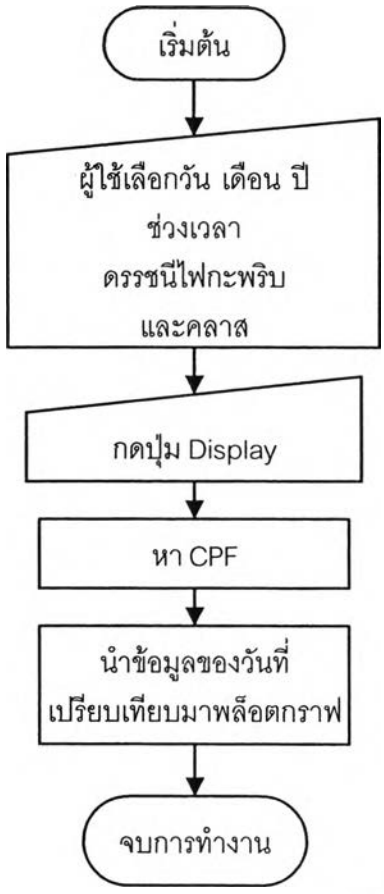
ขั้นตอนที่ 1: ผู้ใช้เลือกวัน เดือน ปี และช่วงเวลาของวันที่ต้องการเปรียบเทียบ (เลือกได้มากสุด 7 วัน) ดรรชนีไฟกะพริบ (P_{st} หรือ P_{lt}) และคลาสในการหา CPF (เป็นการแบ่งขนาดของ Bin size ของดรรชนีไฟกะพริบ)

ขั้นตอนที่ 2: กดปุ่มแสดงผล (Display)

ขั้นตอนที่ 3: นำข้อมูลของวันที่ต้องการเปรียบเทียบมาหา CPF

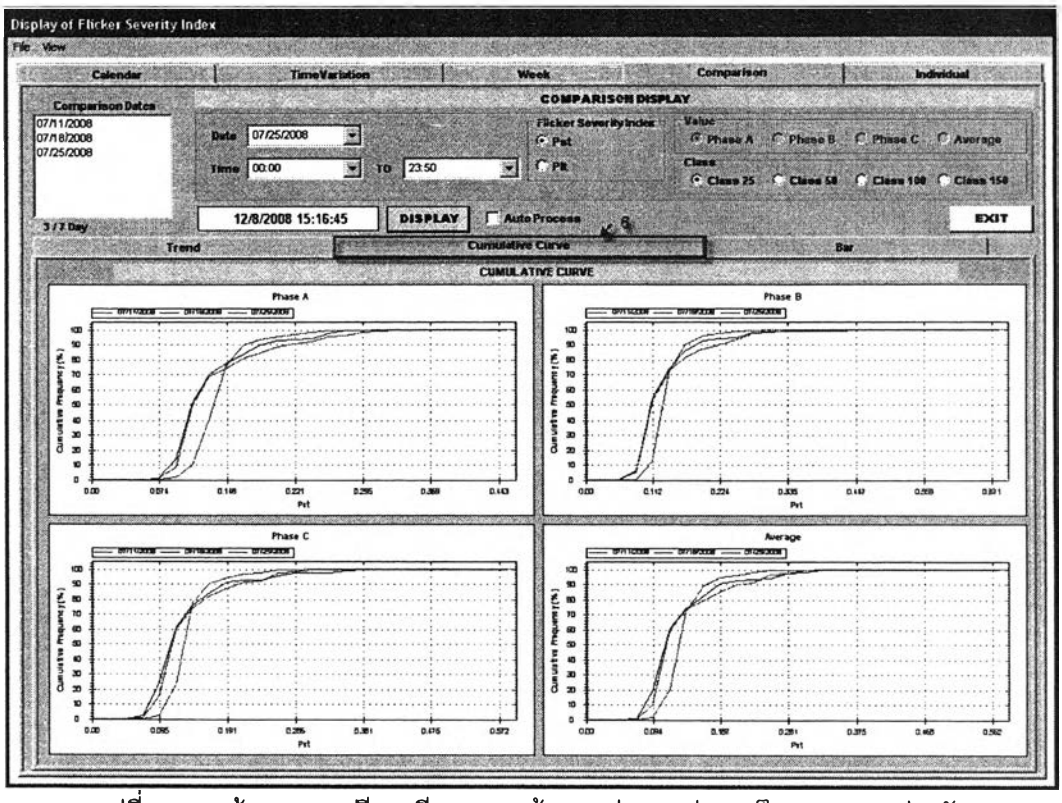
ขั้นตอนที่ 4: พล็อตกราฟความน่าจะเป็นสะสม ซึ่งประกอบด้วย กราฟการเปรียบเทียบเฉพาะเฟส A เฉพาะเฟส B เฉพาะเฟส C และเฉพาะค่าเฉลี่ยทั้ง 3 เฟส

จากขั้นตอนดังกล่าวสามารถนำมาเขียนเป็นแผนผังได้ดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 แผนผังขั้นตอนการทำงานของการเปรียบเทียบ
แบบเส้นกราฟความน่าจะเป็นสะสมระหว่างวัน

หน้าจอในการแสดงผลการเปรียบเทียบแบบเส้นกราฟความน่าจะเป็นสะสมและขั้นตอนในการใช้งานแสดงในรูปที่ 4.18 ซึ่งมีรายละเอียดขั้นตอนการใช้งานคล้ายกับการแสดงผลการเปรียบเทียบค่า P_{st} หรือ P_{lt} ระหว่างวัน แต่จะให้ผู้ใช้เลือกการแสดงผลแบบ Cumulative curve (หมายเลข 6 แสดงในรูปที่ 4.18) ส่วนการแสดงผลจะแสดงเวลาปัจจุบันและได้แบ่งกราฟออกเป็น 4 กราฟ คือ กราฟการเปรียบเทียบเฉพาะเฟส A ของแต่ละวัน การเปรียบเทียบเฉพาะเฟส B ของแต่ละวัน การเปรียบเทียบเฉพาะเฟส C ของแต่ละวัน และการเปรียบเทียบเฉพาะค่าเฉลี่ยทั้ง 3 เฟสของแต่ละวัน และในแต่ละกราฟจะแสดงสีของวันที่ต้องการเปรียบเทียบด้วย



รูปที่ 4.18 หน้าจอการเปรียบเทียบแบบเส้นกราฟความน่าจะเป็นสะสมระหว่างวัน

จากรูปที่ 4.18 เราจะเห็นได้ว่าการเปรียบเทียบแบบเส้นกราฟความน่าจะเป็นสะสมของเฟส A เฟส B เฟส C และค่าเฉลี่ยทั้ง 3 เฟส ของวันที่ 11 18 และ 25 กรกฎาคม 2551 พบว่าเส้นกราฟความน่าจะเป็นสะสมของเฟส A เฟส B เฟส C และค่าเฉลี่ยทั้ง 3 เฟสของวันที่ 11 กรกฎาคม 2551 (สีแดง) มีความน่าจะเป็นสะสมถึง 100% ที่ค่า P_{st} สูงกว่าวันอื่นๆ และในวันที่ 25 กรกฎาคม 2551 มีความน่าจะเป็นสะสมถึง 100% ที่ค่า P_{st} ต่ำสุด

4.3.4.3 การเปรียบเทียบแบบแผนภูมิแท่งระหว่างวัน

ขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรมมีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1: ผู้ใช้เลือกวัน เดือน ปี และช่วงเวลาของวันที่ต้องการเปรียบเทียบ (เลือกได้มากสุด 7 วัน) ดรรชนีไฟกะพริบ (P_{st} หรือ P_{lt}) และคลาสในการหา CPF (เป็นการแบ่งขนาดของ Bin size ของดรรชนีไฟกะพริบ)

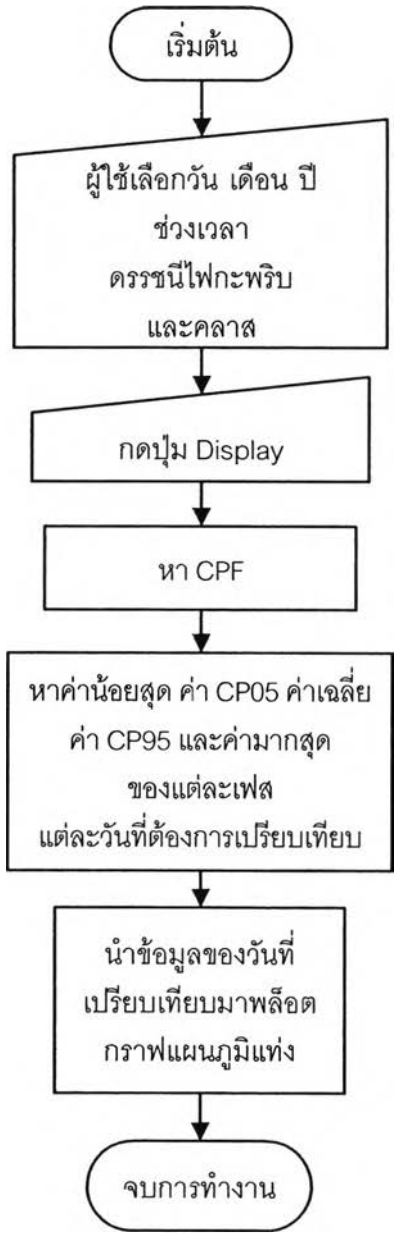
ขั้นตอนที่ 2: กดปุ่มแสดงผล (Display)

ขั้นตอนที่ 3: นำข้อมูลของวันที่ต้องการเปรียบเทียบมาหา CPF

ขั้นตอนที่ 4: หาค่าน้อยสุด ค่า CP05 ค่าเฉลี่ย ค่า CP95 และค่ามากสุด ของแต่ละเฟส แต่ละวัน ที่ต้องการเปรียบเทียบ

ขั้นตอนที่ 5: พล็อตกราฟแผนภูมิแท่ง ซึ่งประกอบด้วย กราฟการเปรียบเทียบเฉพาะเฟส A เฉพาะเฟส B เฉพาะเฟส C และเฉพาะค่าเฉลี่ยทั้ง 3 เฟส

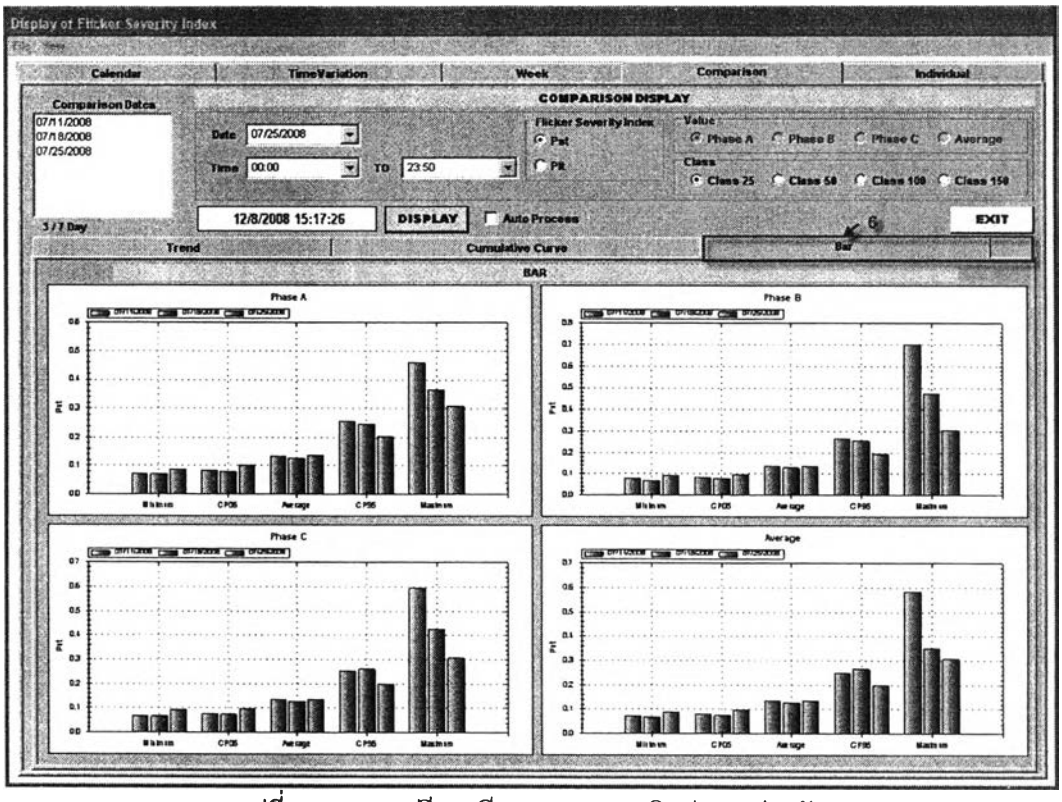
จากขั้นตอนดังกล่าวสามารถนำมาเขียนเป็นแผนผังได้ดังรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 แผนผังขั้นตอนการทำงานของการเปรียบเทียบแบบแผนภูมิแท่งระหว่างวัน

หน้าจอในการแสดงผลการเปรียบเทียบแบบแผนภูมิแท่งระหว่างวัน และขั้นตอนในการใช้งานแสดงในรูปที่ 4.20 ซึ่งมีรายละเอียดขั้นตอนการใช้งานคล้ายกับการแสดงผลการเปรียบเทียบค่า P_{st} หรือ P_{lt} ระหว่างวัน แต่จะให้ผู้ใช้เลือกการแสดงผลแบบ Bar (หมายเลข 6 แสดงในรูปที่ 4.20) ส่วนการแสดงผลจะแสดงเวลาปัจจุบันและได้แบ่งกราฟออกเป็น 4 กราฟ คือ

กราฟการเปรียบเทียบเฉพาะเฟส A ของแต่ละวัน การเปรียบเทียบเฉพาะเฟส B ของแต่ละวัน การเปรียบเทียบเฉพาะเฟส C ของแต่ละวัน และการเปรียบเทียบเฉพาะค่าเฉลี่ยทั้ง 3 เฟสของแต่ละวัน และในแต่ละกราฟจะแสดงสีของวันที่ต้องการเปรียบเทียบด้วย



รูปที่ 4.20 การเปรียบเทียบแบบแผนภูมิแท่งระหว่างวัน

จากรูปที่ 4.20 เราจะเห็นได้ว่าการเปรียบเทียบแบบแผนภูมิแท่งระหว่างวันของเฟส A เฟส B เฟส C และค่าเฉลี่ยทั้ง 3 เฟส ของวันที่ 11 18 และ 25 กรกฎาคม 2551 โดยจะแบ่งการเปรียบเทียบออกเป็น 5 แบบ คือ 1) การเปรียบเทียบค่าน้อยสุดของแต่ละวัน 2) การเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นสะสมที่ 5 ของแต่ละวัน 3) การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละวัน 4) การเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นสะสมที่ 95 ของแต่ละวัน 5) การเปรียบเทียบค่ามากสุดของแต่ละวัน ซึ่งพบว่าการเปรียบเทียบค่าน้อยสุดของเฟส A พบว่าวันที่ 25 (สีเขียว) มีค่าสูงกว่าวันอื่น ๆ การเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นสะสมที่ 5 ของเฟส A พบว่าวันที่ 25 (สีเขียว) มีค่าสูงกว่าวันอื่น ๆ การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเฟส A พบว่าวันที่ 25 (สีเขียว) มีค่าสูงกว่าวันอื่น ๆ การเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นสะสมที่ 95 พบว่าวันที่ 11 (สีแดง) มีค่าสูงกว่าวันอื่น ๆ และการเปรียบเทียบค่ามากสุดของเฟส A พบว่าวันที่ 11 (สีแดง) มีค่าสูงกว่าวันอื่น ๆ ส่วนการเปรียบเทียบเฟสอื่น ๆ จะมีค่าแตกต่างกันไปตามที่แสดงในรูป

4.3.5 การแสดงผลข้อมูลแต่ละวัน

ผู้ใช้สามารถเข้าไปดูข้อมูลอย่างละเอียดภายในวันที่ผู้ใช้เลือกและยังสามารถเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างเฟส ซึ่งมีการเปรียบเทียบ 3 รูปแบบ คือ การเปรียบเทียบค่า P_{st} หรือ P_{lt} การเปรียบเทียบแบบเส้นกราฟของ CPF และการเปรียบเทียบแบบแผนภูมิแท่ง การเปรียบเทียบนี้จะทำให้ผู้ใช้รู้ว่าเฟสไหนมีค่าสูงหรือค่าน้อยบ้าง การแสดงผลข้อมูลแต่ละวันประกอบด้วยหน้าย่อย 3 หน้า ได้แก่ การเปรียบเทียบค่า P_{st} หรือ P_{lt} (Trend) การเปรียบเทียบแบบเส้นกราฟความน่าจะเป็นสะสม (Cumulative probability curve) และการเปรียบเทียบแบบแผนภูมิแท่ง (Bar chart)

4.3.5.1 การเปรียบเทียบค่า P_{st} หรือ P_{lt} แต่ละวัน

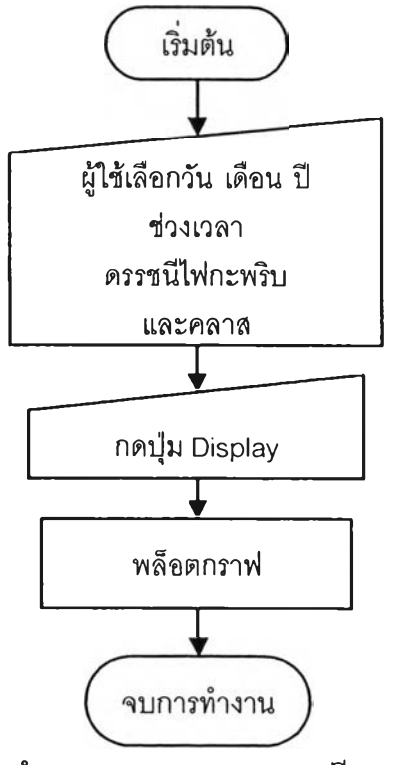
ขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรมมีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1: ผู้ใช้เลือกวัน เดือน ปี ช่วงเวลา ดรรชนีไฟกะพริบ (P_{st} หรือ P_{lt}) และคลาสในการหา CPF (เป็นการแบ่งขนาดของ Bin size ของดรรชนีไฟกะพริบ)

ขั้นตอนที่ 2: กดปุ่มแสดงผล (Display)

ขั้นตอนที่ 3: พล็อตกราฟ โดยจะเป็นการเปรียบเทียบข้อมูลทั้ง 4 ค่า (เฟส A เฟส B เฟส C และค่าเฉลี่ยทั้ง 3 เฟส)

จากขั้นตอนดังกล่าวสามารถนำมาเขียนเป็นแผนผังได้ดังรูปที่ 4.21



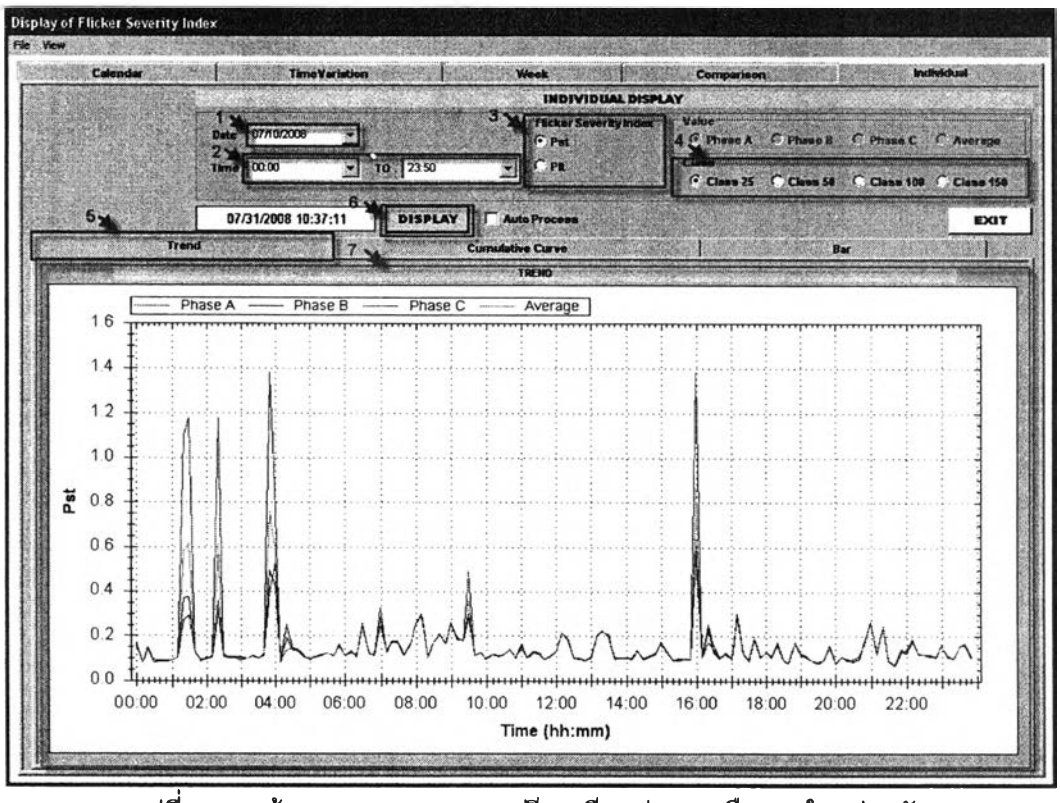
รูปที่ 4.21 แผนผังขั้นตอนการทำงานของการแสดงผลการเปรียบเทียบค่า P_{st} หรือ P_{lt} แต่ละวัน

หน้าจอในการแสดงผลการเปรียบเทียบค่า P_{st} หรือ P_{lt} แต่ละวันและขั้นตอนในการใช้งานแสดงในรูปที่ 4.22 และมีรายละเอียดดังนี้

1. ผู้ใช้เลือกลักษณะข้อมูลที่ต้องการแสดงผลตามหมายเลข (แสดงในรูปที่ 4.22) ดังนี้ 1. วัน เดือน ปี ที่ต้องการแสดง 2.ช่วงเวลา 3.ดรรชนีไฟกะพริบ (P_{st} หรือ P_{lt}) 4.คลาสในการหา CPF

2. ผู้ใช้กดปุ่มแสดงแบบ Trend (หมายเลข 5) และกดปุ่มแสดงผล (หมายเลข 6)

3. โปรแกรมจะแสดงผล (หมายเลข 7) การแสดงผลจะแสดงเวลาปัจจุบันและแสดงผลการเปรียบเทียบค่า P_{st} หรือ P_{lt} ทั้ง 4 ค่า (เฟส A เฟส B เฟส C และค่าเฉลี่ยทั้ง 3 เฟส) โดยที่ เฟส A แสดงสีแดง เฟส B แสดงสีน้ำเงิน เฟส C แสดงสีเขียวและค่าเฉลี่ยทั้ง 3 เฟส แสดงสีชมพู



รูปที่ 4.22 หน้าจอการแสดงผลการเปรียบเทียบค่า P_{st} หรือ P_{lt} ในแต่ละวัน

จากรูปที่ 4.22 เราจะเห็นได้ว่าการเปรียบเทียบค่า P_{st} ของเฟส A เฟส B เฟส C และค่าเฉลี่ยทั้ง 3 เฟส ในวันที่ 10 กรกฎาคม 2551 พบว่าในเฟส A (สีแดง) จะมีค่า P_{st} สูงกว่าเฟสอื่นๆ เวลา 1.30 น. 2.20 น. 4.00 น. และ 16.00 น. ส่วนในช่วงเวลาอื่นๆ ทั้ง 3 เฟสและค่าเฉลี่ยมีค่าใกล้เคียงกัน

4.3.5.2 การเปรียบเทียบแบบเส้นกราฟความน่าจะเป็นสะสม (Cumulative probability curve) แต่ละวัน

ขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรมมีดังนี้

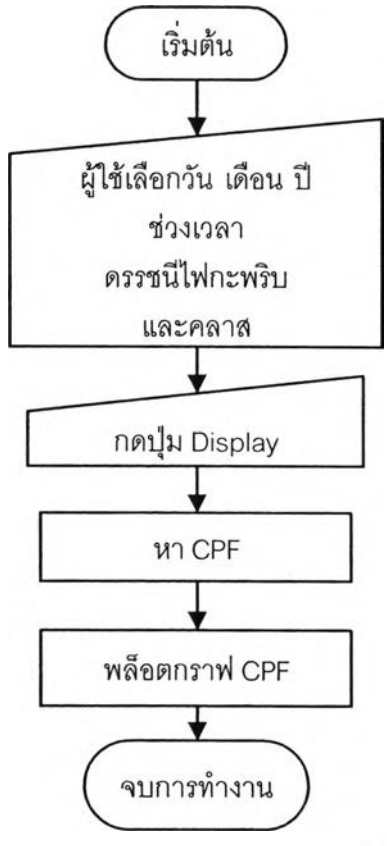
ขั้นตอนที่ 1: ผู้ใช้เลือกวัน เดือน ปี ช่วงเวลา ดรรชนีไฟกะพริบ (P_{st} หรือ P_{lt}) และคลาสในการหา CPF (เป็นการแบ่งขนาดของ Bin size ของดรรชนีไฟกะพริบ)

ขั้นตอนที่ 2: กดปุ่มแสดงผล (Display)

ขั้นตอนที่ 3: หา CPF

ขั้นตอนที่ 4: พล็อตกราฟความน่าจะเป็นสะสม โดยจะเป็นการเปรียบเทียบข้อมูลทั้ง 4 ค่า (เฟส A เฟส B เฟส C และค่าเฉลี่ยทั้ง 3 เฟส)

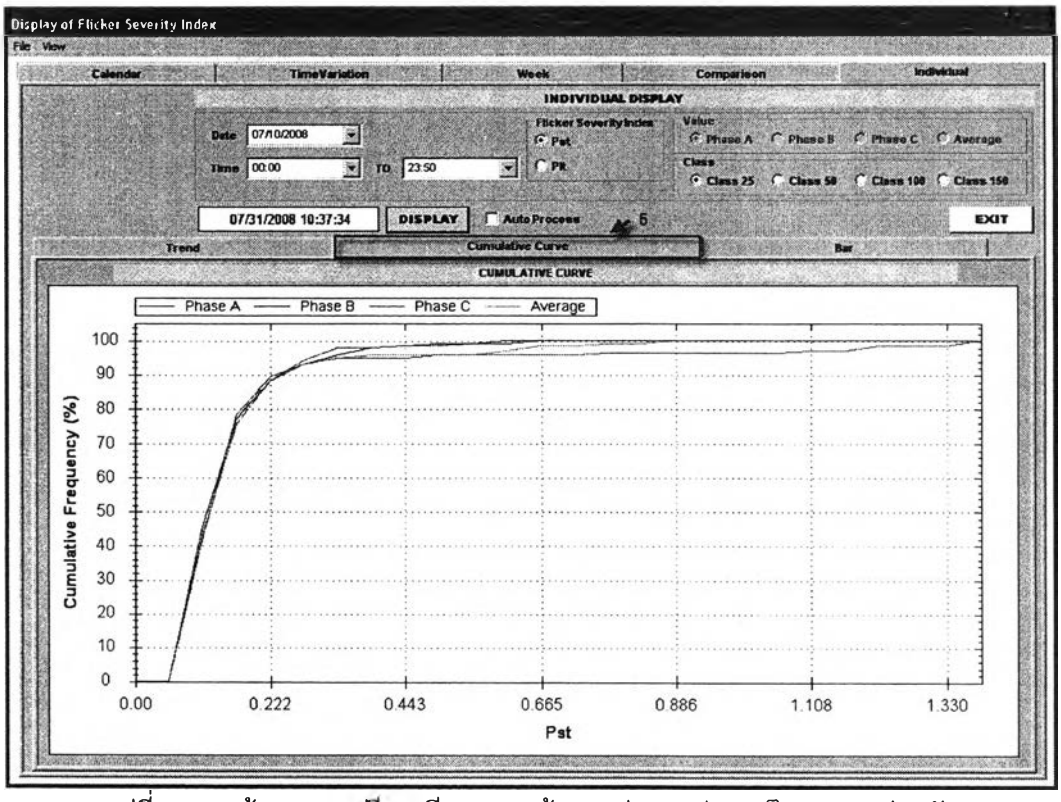
จากขั้นตอนดังกล่าวสามารถนำมาเขียนเป็นแผนผังได้ดังรูปที่ 4.23



รูปที่ 4.23 แผนผังการทำงานของการเปรียบเทียบแบบเส้นกราฟความน่าจะเป็นสะสมแต่ละวัน

หน้าจอในการแสดงผลการเปรียบเทียบแบบเส้นกราฟความน่าจะเป็นสะสมแต่ละวันและขั้นตอนในการใช้งานแสดงในรูปที่ 4.24 ซึ่งมีรายละเอียดขั้นตอนการใช้งานคล้ายกับการแสดงผลการเปรียบเทียบค่า P_{st} หรือ P_{lt} แต่ละวัน แต่จะให้ผู้ใช้เลือกการแสดงผลแบบ

Cumulative curve (หมายเลข 5 แสดงในรูปที่ 4.24) ส่วนการแสดงผลจะเวลาปัจจุบันและแสดงกราฟ CPF ที่มีการเปรียบเทียบ 4 ค่า (เฟส A เฟส B เฟส C และค่าเฉลี่ยทั้ง 3 เฟส) โดยที่เฟส A แสดงสีแดง เฟส B แสดงสีน้ำเงิน เฟส C แสดงสีเขียวและค่าเฉลี่ยทั้ง 3 เฟส แสดงสีชมพู



รูปที่ 4.24 หน้าจอการเปรียบเทียบแบบเส้นกราฟความน่าจะเป็นสะสมแต่ละวัน

จากรูปที่ 4.24 เราจะเห็นได้ว่าเปรียบเทียบแบบเส้นกราฟความน่าจะเป็นสะสมในเฟส A เฟส B เฟส C และค่าเฉลี่ยทั้ง 3 เฟส พบว่าเฟส A (สีแดง) จะมีความน่าจะเป็นสะสมถึง 100% ที่ค่า P_{st} สูงที่สุด ส่วนเฟส C (สีเขียว) จะมีความน่าจะเป็นสะสมถึง 100% ที่ค่า P_{st} ต่ำที่สุด

4.3.5.3 การเปรียบเทียบแบบแผนภูมิแท่งแต่ละวัน

ขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรมมีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1: ผู้ใช้เลือกวัน เดือน ปี ช่วงเวลา ดรรชนีไฟกะพริบ (P_{st} หรือ P_{lt}) และคลาสในการหา CPF (เป็นการแบ่งขนาดของ Bin size ของดรรชนีไฟกะพริบ)

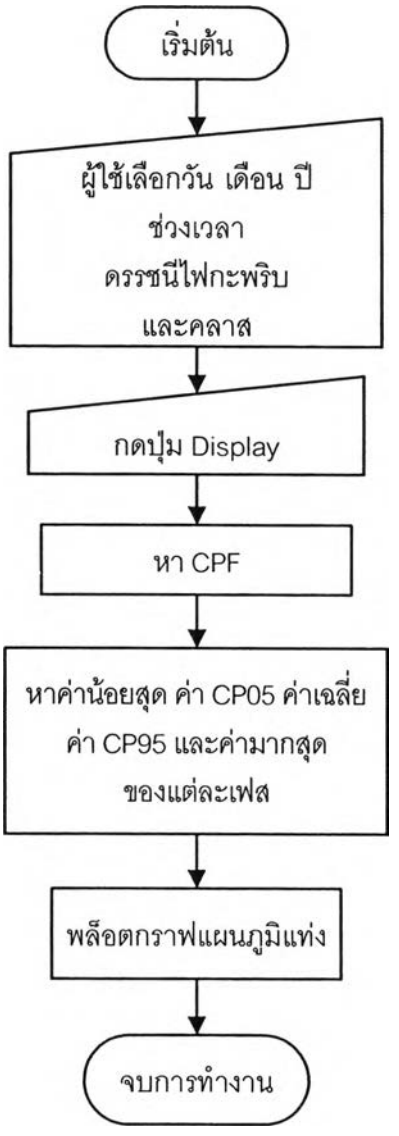
ขั้นตอนที่ 2: กดปุ่มแสดงผล (Display)

ขั้นตอนที่ 3: นำข้อมูลของวันที่ต้องการเปรียบเทียบมาหา CPF

ขั้นตอนที่ 4: หาค่าน้อยสุด ค่า CP05 ค่าเฉลี่ย ค่า CP95 และค่ามากสุด ของแต่ละเฟส

ขั้นตอนที่ 5: พล็อตกราฟแผนภูมิแท่ง โดยจะเปรียบเทียบค่าที่ได้จากขั้นตอนที่ 4 (เปรียบเทียบเฟส A กับเฟส B กับเฟส C กับค่าเฉลี่ยทั้ง 3 เฟส)

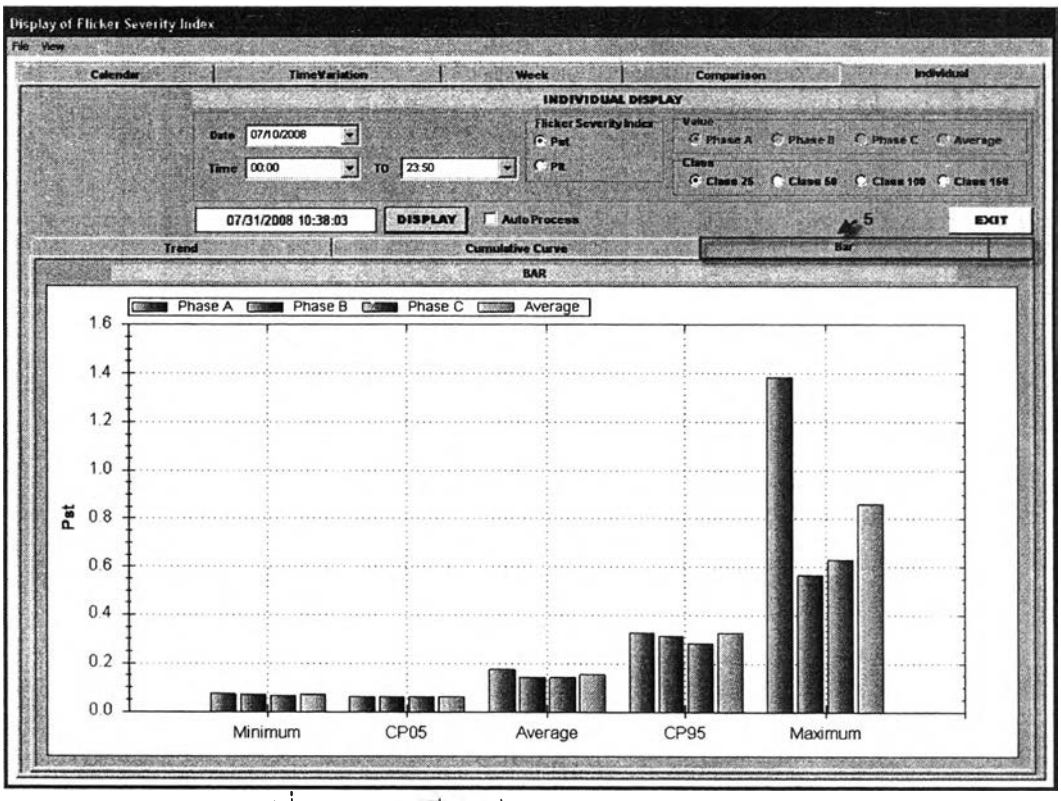
จากขั้นตอนดังกล่าวสามารถนำมาเขียนเป็นแผนผังได้ดังรูปที่ 4.25



รูปที่ 4.25 แผนผังขั้นตอนการทำงานของการเปรียบเทียบแบบแผนภูมิแท่งแต่ละวัน

หน้าจอในการแสดงผลการเปรียบเทียบแบบแผนภูมิแท่งและขั้นตอนในการใช้งานแสดงในรูปที่ 4.26 ซึ่งมีรายละเอียดขั้นตอนการใช้งานคล้ายกับการแสดงผลการเปรียบเทียบค่า P_{st} หรือ P_{lt} แต่ละวัน แต่จะให้ผู้ใช้เลือกการแสดงผลแบบ Bar (หมายเลข 5 แสดงในรูปที่ 4.26) ส่วนการแสดงผลจะเวลาปัจจุบันและค่าน้อยสุด ค่า CP05 ค่าเฉลี่ย ค่า CP95 และค่ามากสุดของแต่ละ

เฟสของวันที่เลือก โดยที่ เฟส A แสดงสีแดง เฟส B แสดงสีน้ำเงิน เฟส C แสดงสีเขียว และค่าเฉลี่ยทั้ง 3 เฟส แสดงสีชมพู



รูปที่ 4.26 การเปรียบเทียบแบบแผนภูมิแท่งแต่ละวัน

จากรูปที่ 4.26 เราจะเห็นได้ว่าการเปรียบเทียบแบบแผนภูมิแท่งของเฟส A เฟส B เฟส C และค่าเฉลี่ยทั้ง 3 เฟส โดยจะแบ่งการเปรียบเทียบออกเป็น 5 แบบ คือ 1) การเปรียบเทียบค่าน้อยสุดของแต่ละเฟส 2) การเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นสะสมที่ 5 ของแต่ละเฟส 3) การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละเฟส 4) การเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นสะสมที่ 95 ของแต่ละเฟส 5) การเปรียบเทียบค่ามากสุดของแต่ละเฟส ซึ่งการเปรียบเทียบแบบค่ามากสุดของแต่ละเฟสพบว่าเฟส A (สีแดง) มีค่าสูงกว่าเฟสอื่นๆ ส่วนเฟส B (สีน้ำเงิน) มีค่าน้อยสุด ส่วนการเปรียบเทียบแบบอื่นๆ มีค่าที่ใกล้เคียงกัน

หมายเหตุ

เมื่อมีการทำงานแบบกึ่ง Real-time ในส่วนแสดงผลในรูปแบบปฏิทินจะไม่สามารถแสดงผลได้ เมื่ออยู่ในช่วงเวลานาทีที่ 10 ถึงนาทีที่ 11 (โดยช่วงเวลา 1 นาที ประกอบด้วย 1) เวลาในการอ่านข้อมูลและคำนวนค่า P_{sr} เป็นเวลา 40 วินาที และ 2) เวลาที่ป้องกันการทำงานพร้อมกันของส่วนเก็บค่าดรรชนีไฟกะพริบกับส่วนแสดงผลในรูปแบบปฏิทินเป็นเวลา 20 วินาที) เพราะในการเขียนข้อมูลเข้าไปในส่วนเก็บค่าดรรชนีไฟกะพริบและการอ่านข้อมูลในส่วนเก็บค่าดรรชนีไฟกะพริบไม่สามารถทำงานได้พร้อมกัน