



## บทที่ 5

### การทดสอบโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบ

บทนี้อธิบายรายละเอียดการทดสอบโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นทั้งหมด เพื่อยืนยันว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนั้นมีความถูกต้อง ซึ่งได้แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน คือ การทดสอบตามมาตรฐาน IEC 61000-4-15 และการทดสอบกับสัญญาณแรงดันจริง จากการตรวจวัดที่สถานีย่อยไฟฟ้า

#### 5.1 การทดสอบตามมาตรฐาน IEC 61000-4-15

การทดสอบตามมาตรฐาน IEC 61000-4-15 นี้ ได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1. การวิเคราะห์ผลตอบสนองอนาล็อก เพื่อตรวจขนาดการเปลี่ยนแปลงแรงดันที่ใช้ในการมอดูเลต ( $dv/v$  (%)) ว่าอยู่ในช่วง  $\pm 5$  % ตามที่มาตรฐานกำหนดหรือไม่ 2. การวิเคราะห์ผลตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงแรงดันที่ถูกมอดูเลตด้วยรูปคลื่นสี่เหลี่ยม เพื่อตรวจสอบค่า  $P_r$  ที่ออกมาจากบล็อกที่ 5 ว่าอยู่ในช่วง  $\pm 5$  % ตามที่มาตรฐานกำหนดหรือไม่

##### 5.1.1 การวิเคราะห์ผลตอบสนองอนาล็อก

ผลตอบสนองอนาล็อกตามมาตรฐาน ที่ความถี่ต่าง ๆ ซึ่งออกมาจากบล็อกที่ 4 ได้แสดงในตารางที่ 5.1 (แรงดันถูกมอดูเลตด้วยรูปคลื่นไซน์) และตารางที่ 5.2 (แรงดันถูกมอดูเลตด้วยรูปคลื่นสี่เหลี่ยม) ในการทดสอบนั้นจะป้อนขนาดการเปลี่ยนแปลงแรงดันที่ใช้ในการมอดูเลต ( $dv/v$  (%)) และความถี่ที่ใช้ในการมอดูเลต ( $f$ ) แล้วนำค่าระดับไฟกะพริบชั่วขณะสูงสุดที่ได้มาหาขนาดการเปลี่ยนแปลงแรงดันที่ใช้ในการมอดูเลตจริง ตามสมการที่ (5.1)

$$A_{\text{corrected}} = A_{\text{setpoint}} * (1 - (IFL - 1) / 2) \quad (5.1)$$

โดยที่  $A_{\text{corrected}}$  คือ ขนาดการเปลี่ยนแปลงแรงดันที่ใช้ในการมอดูเลตจริง

$A_{\text{setpoint}}$  คือ ขนาดการเปลี่ยนแปลงแรงดันที่ใช้ในการมอดูเลตที่ตั้งไว้

$IFL$  คือ ค่าระดับไฟกะพริบชั่วขณะสูงสุด

สัญญาณที่ออกจากบล็อกที่ 4 จะสอดคล้องกับพฤติกรรมการมองเห็นไฟกะพริบของคนทั่วไป ซึ่งจะเกิดกับคนเราประมาณ 50 % ของคนทั่วไป และผลตอบสนองที่สำคัญเกิดกับการมอดูเลตด้วยรูปคลื่นไซน์ที่ความถี่ 8.8 Hz เพราะจะได้ค่า  $IFL$  เท่ากับ 1

ตารางที่ 5.1 ผลตอบสนองของเครื่องวัดไฟกะพริบ เมื่อแรงดันถูกมอดูเลตด้วยรูปคลื่นไซน์

f(Hz)	dv/v (%)	f(Hz)	dv/v (%)
0.5	2.340	10.0	0.260
1.0	1.432	10.5	0.270
1.5	1.080	11.0	0.282
2.0	0.882	11.5	0.296
2.5	0.754	12.0	0.312
3.0	0.654	13.0	0.348
3.5	0.568	14.0	0.388
4.0	0.500	15.0	0.432
4.5	0.446	16.0	0.480
5.0	0.398	17.0	0.530
5.5	0.360	18.0	0.584
6.0	0.328	19.0	0.640
6.5	0.300	20.0	0.700
7.0	0.280	21.0	0.760
7.5	0.266	22.0	0.824
8.0	0.256	23.0	0.890
8.8	0.250	24.0	0.962
9.5	0.254	25.0	1.042
		33.3	2.130

ตารางที่ 5.2 ผลตอบสนองของเครื่องวัดไฟกะพริบ เมื่อแรงดันถูกมอดูเลตด้วยรูปคลื่นสี่เหลี่ยม

f(Hz)	dv/v (%)	f(Hz)	dv/v (%)
0.5	0.514	10.0	0.205
1.0	0.471	10.5	0.213
1.5	0.432	11.0	0.223
2.0	0.401	11.5	0.234
2.5	0.374	12.0	0.246
3.0	0.355	13.0	0.275
3.5	0.345	14.0	0.308
4.0	0.333	15.0	0.344
4.5	0.316	16.0	0.376
5.0	0.293	17.0	0.413
5.5	0.269	18.0	0.452
6.0	0.249	19.0	0.498
6.5	0.231	20.0	0.546
7.0	0.217	21.0	0.586
7.5	0.207	22.0	0.604
8.0	0.201	23.0	0.680
8.8	0.199	24.0	0.743
9.5	0.200	33.3	1.670

ผลการทดสอบของโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบ แสดงในตารางที่ 5.3 (เมื่อแรงดันถูกมอดูเลตด้วยรูปคลื่นไซน์) และตารางที่ 5.4 (เมื่อแรงดันถูกมอดูเลตด้วยรูปคลื่นสี่เหลี่ยม) ตารางที่ 5.3 ผลการทดสอบของโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบ เมื่อป้อนข้อมูลตามตารางที่ 5.1 (เมื่อแรงดันถูกมอดูเลตด้วยรูปคลื่นไซน์)

f(Hz)	-5% ของ dv/v(%)	dv/v(%) ที่ตั้งไว้	+5% ของ dv/v(%)	<i>IFL</i> สูงสุด	dv/v(%) ที่ได้จริง
0.5	2.223	2.340	2.457	1.012	2.326
1	1.360	1.432	1.504	1.051	1.395
1.5	1.026	1.080	1.134	1.024	1.067
2	0.838	0.882	0.926	1.008	0.879
2.5	0.716	0.754	0.792	1.020	0.746
3	0.621	0.654	0.687	1.029	0.645
3.5	0.540	0.568	0.596	1.016	0.563
4	0.475	0.500	0.525	1.013	0.497
4.5	0.424	0.446	0.468	1.021	0.441
5	0.378	0.398	0.418	1.013	0.395
5.5	0.342	0.360	0.378	1.017	0.357
6	0.312	0.328	0.344	1.017	0.325
6.5	0.285	0.300	0.315	1.002	0.300
7	0.266	0.280	0.294	1.002	0.280
7.5	0.253	0.266	0.279	1.007	0.265
8	0.243	0.256	0.269	1.004	0.256
8.8	0.238	0.250	0.263	1.000	0.250
9.5	0.241	0.254	0.267	1.001	0.254
10	0.247	0.260	0.273	0.993	0.261
10.5	0.257	0.270	0.284	0.992	0.271
11	0.268	0.282	0.296	0.989	0.284
11.5	0.281	0.296	0.311	0.984	0.298
12	0.296	0.312	0.328	0.982	0.315

13	0.331	0.348	0.365	0.976	0.352
14	0.369	0.388	0.407	0.969	0.394
15	0.410	0.432	0.454	0.965	0.440
16	0.456	0.480	0.504	0.965	0.488
17	0.504	0.530	0.557	0.964	0.540
18	0.555	0.584	0.613	0.967	0.594
19	0.608	0.640	0.672	0.968	0.650
20	0.665	0.700	0.735	0.972	0.710
21	0.722	0.760	0.798	0.970	0.772
22	0.783	0.824	0.865	0.970	0.836
23	0.846	0.890	0.935	0.968	0.904
24	0.914	0.962	1.010	0.971	0.976
25	0.990	1.042	1.094	0.980	1.052
33.3	2.024	2.130	2.237	0.905	2.231

ตารางที่ 5.4 ผลการทดสอบของโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบ เมื่อป้อนข้อมูลตามตารางที่ 5.2 (เมื่อแรงดันถูกมอดูเลตด้วยรูปคลื่นสี่เหลี่ยม)

f(Hz)	-5% ของ dv/v(%)	dv/v(%) ที่ตั้งไว้	+5% ของ dv/v(%)	<i>IFL</i> สูงสุด	dv/v(%) ที่ได้จริง
0.5	0.488	0.514	0.540	1.020	0.509
1	0.447	0.471	0.495	1.017	0.467
1.5	0.410	0.432	0.454	1.017	0.428
2	0.381	0.401	0.421	1.015	0.398
2.5	0.355	0.374	0.393	1.020	0.370
3	0.337	0.355	0.373	1.018	0.352
3.5	0.328	0.345	0.362	1.015	0.342
4	0.316	0.333	0.350	1.009	0.332
4.5	0.300	0.316	0.332	1.026	0.312
5	0.278	0.293	0.308	1.014	0.291
5.5	0.256	0.269	0.282	1.008	0.268

6	0.237	0.249	0.261	1.012	0.247
6.5	0.219	0.231	0.243	1.005	0.230
7	0.206	0.217	0.228	1.007	0.216
7.5	0.197	0.207	0.217	1.009	0.206
8	0.191	0.201	0.211	1.018	0.199
8.8	0.189	0.199	0.209	1.033	0.196
9.5	0.190	0.200	0.210	1.012	0.199
10	0.195	0.205	0.215	1.021	0.203
10.5	0.202	0.213	0.224	1.010	0.212
11	0.212	0.223	0.234	1.008	0.222
11.5	0.222	0.234	0.246	1.008	0.233
12	0.234	0.246	0.258	1.014	0.244
13	0.261	0.275	0.289	1.027	0.271
14	0.293	0.308	0.323	1.000	0.308
15	0.327	0.344	0.361	1.019	0.341
16	0.357	0.376	0.395	1.018	0.373
17	0.392	0.413	0.434	1.012	0.411
18	0.429	0.452	0.475	1.050	0.441
19	0.473	0.498	0.523	1.004	0.497
20	0.519	0.546	0.573	0.998	0.547
21	0.557	0.586	0.615	0.991	0.589
22	0.574	0.604	0.634	0.959	0.616
23	0.646	0.680	0.714	1.007	0.677
24	0.706	0.743	0.780	1.059	0.721
33.33	1.587	1.670	1.754	1.060	1.620

จากการทดสอบของโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบ เพื่อหาผลตอบสนองของอนาล็อก พบว่าค่า  $dv/v$  (%) ที่ได้อยู่ในช่วง  $\pm 5\%$  ของค่า  $dv/v$  (%) ที่ตั้งไว้ (แสดงในตารางที่ 5.3 และ 5.4) ซึ่งตรงตามที่มาตรฐานกำหนดไว้

### 5.1.2 การวิเคราะห์ผลตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงแรงดันที่ถูกมอดูเลตด้วยรูปคลื่นสี่เหลี่ยม

ในการทดสอบจะป้อนค่าการเปลี่ยนแปลงแรงดันที่ถูกมอดูเลตด้วยรูปคลื่นสี่เหลี่ยม (การเปลี่ยนแปลงรูปคลื่นสี่เหลี่ยมต่อนาที) และป้อน  $dv/v$  (%) แล้วทำการหาค่า  $P_{SI}$  ว่าอยู่ในช่วง  $1 \pm 5\%$  หรือไม่ หลังได้ทำการทดสอบพบว่า ค่า  $P_{SI}$  อยู่ในช่วง  $1 \pm 5\%$  ตรงกับที่มาตรฐานกำหนดไว้ ซึ่งแสดงในตารางที่ 5.5 วิธีการคำนวณสามารถรายละเอียดได้ในภาคผนวก ข

ตารางที่ 5.5 การทดสอบผลตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงแรงดันที่ถูกมอดูเลตด้วยรูปคลื่นสี่เหลี่ยม

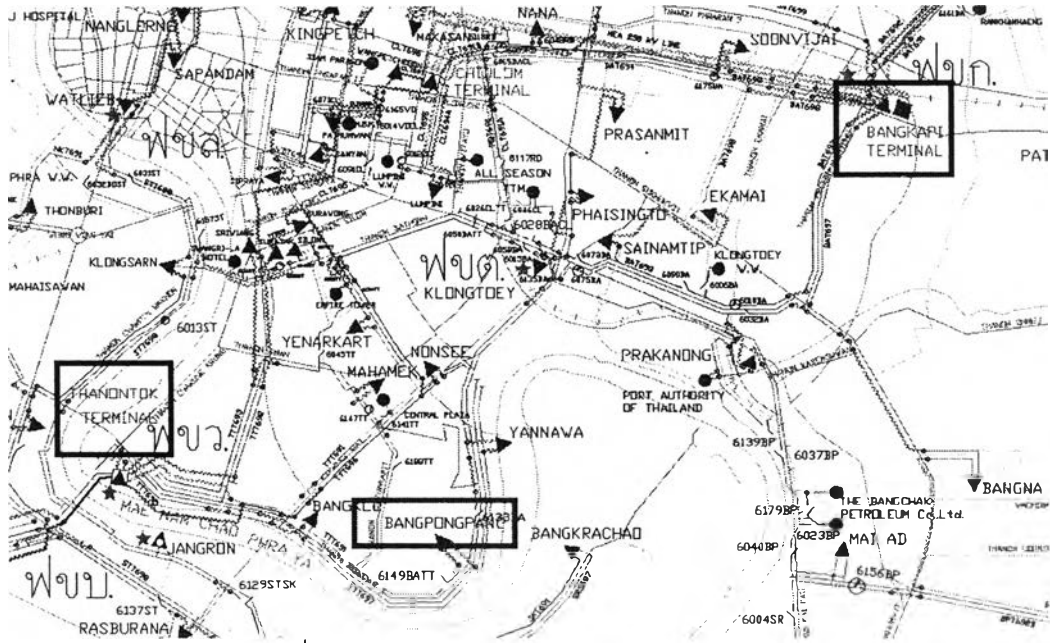
การเปลี่ยนแปลงรูปคลื่นสี่เหลี่ยมต่อนาที	$dv/v$ (%)	$P_{SI}$
1	2.724	1.028
2	2.211	0.960
7	1.459	1.006
39	0.906	1.012
110	0.725	1.004
1620	0.402	0.986

### 5.2 การทดสอบโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบกับสัญญาณแรงดันจริง

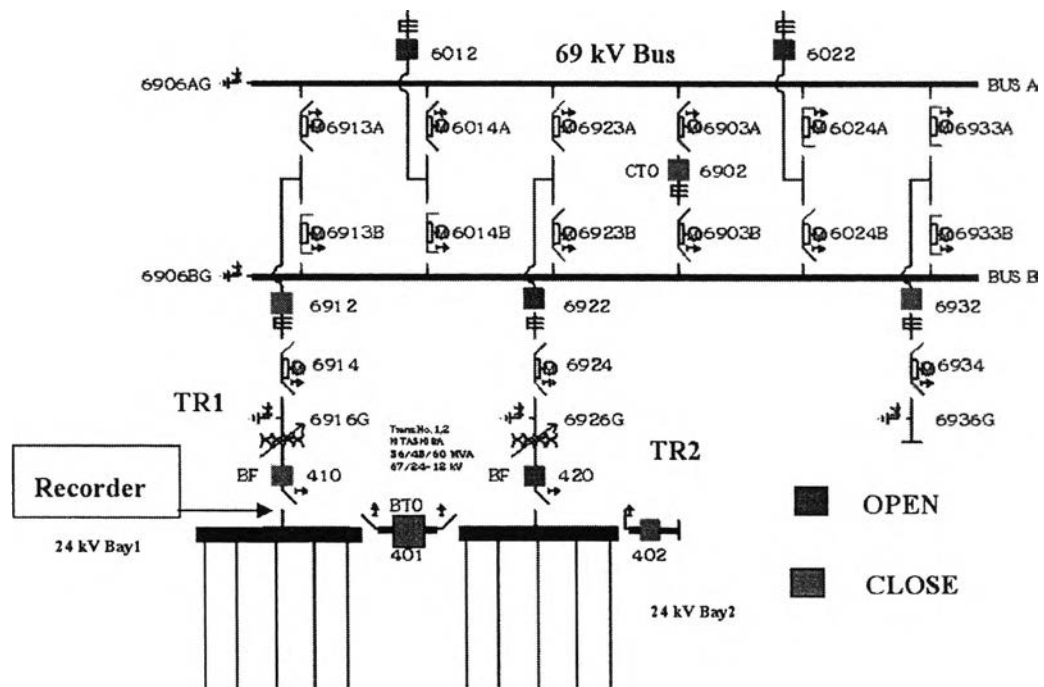
ในการทดสอบโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบกับสัญญาณแรงดันจริง ได้ทำการติดตั้งที่สถานีย่อยบางโพพวง แขวงช่องนนทรี เขตยานนาวา กรุงเทพฯ ซึ่งเป็นสถานีย่อยของการไฟฟ้านครหลวงรับไฟฟ้ามาจากเทอร์มินอลส์บางกะปิและถนนตึก ซึ่งแสดงในรูปที่ 5.1 และจุดที่ทำการวัดแสดงในรูปที่ 5.2 โดยต่อที่ตู้เบอร์ด BPP-410 ตัวเลขตัวแรกหมายถึงแรงดันระดับ 24 kV ตัวเลขตัวที่สองหมายถึงเบย์ของวงจร และตัวเลขตัวที่สามหมายถึงสายป้อน (Feeder) แต่ 0 หมายถึงสายป้อนหลักที่จ่ายให้กับสายป้อนอื่น ๆ แสดงในรูปที่ 5.3 โดยที่หม้อแปลงลูกที่ 1 และ 2 จะสลับกันจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับสายป้อนต่าง ๆ ทุก ๆ 1 สัปดาห์

ในการวัดสัญญาณเพื่อใช้ในการทดสอบนั้นจะต่อผ่าน VT ที่มีอัตราส่วน 200:1 ดังนั้นแรงดันทางด้านทุติยภูมิมีค่าเท่ากับ 120 V แต่ในการต่อนั้นจะต่อผ่าน Relay อีกต่อหนึ่ง เพราะมีช่องสำหรับต่อวัดสัญญาณแรงดันอยู่แล้วและสามารถต่อได้ง่าย

รูปที่ 5.4 แสดงการต่อวัดสัญญาณแรงดันที่รีเลย์ (R Y และ B) และรูปที่ 5.5 แสดงการต่อกับสายนิวทรอล (N)



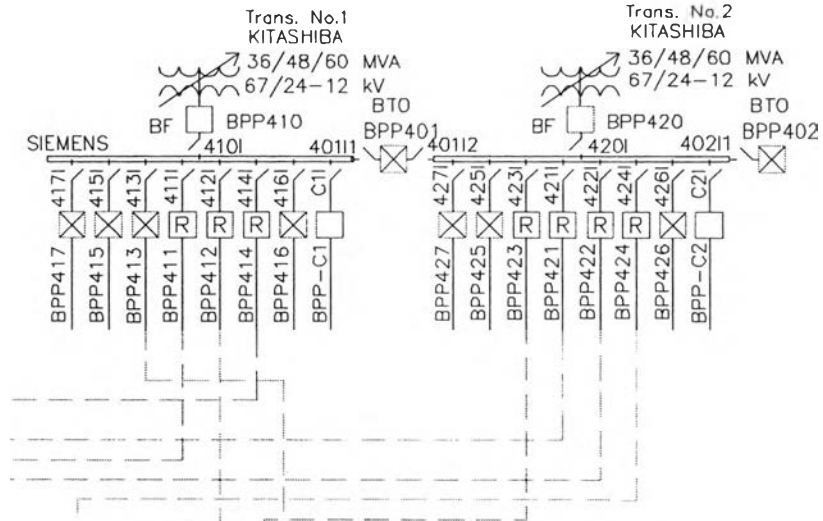
รูปที่ 5.1 จุดจ่ายไฟฟ้าให้กับสถานีย่อยบางโพรงพวง



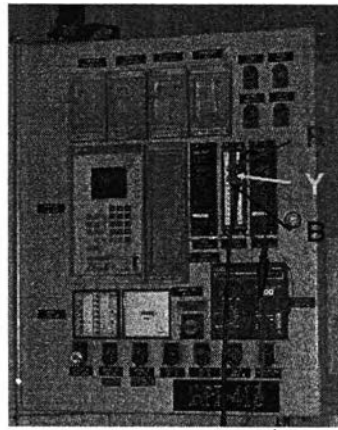
รูปที่ 5.2 จุดที่ทำการวัดในสถานีย่อยบางโพรงพวง



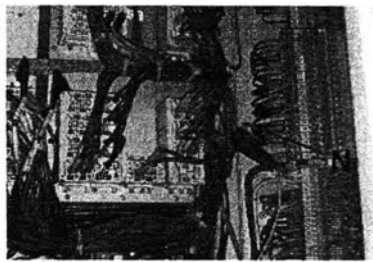
## บางโพงพาง(BPP)



รูปที่ 5.3 สายบ่อนต่าง ๆ ในสถานีย่อยบางโพงพาง



รูปที่ 5.4 การต่อวัดสัญญาณแรงดันที่รีเลย์ (R Y และ B)



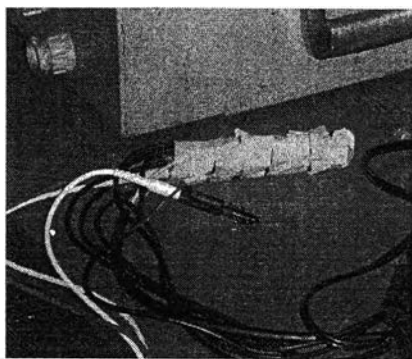
รูปที่ 5.5 การต่อกับสายนิวทรัล (N)

ในการวัดสัญญาณแรงดันเพื่อหาค่าความถี่ไฟกะพริบนั้น ได้ทำการติดตั้งเครื่องวัดจำนวน 3 เครื่อง ได้แก่ 1. โปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบในงานวิจัยนี้ โดยต่อผ่านการวัด DAQ 2. เครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Power Visa (ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) 3. เครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า

Fluke (ของการไฟฟ้านครหลวง) ในการต่อนั้นเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Power Visa และเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Fluke ได้ต่อผ่านรีเลย์และจุดนิรทอนจุดเดียว

### 5.2.1 โปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบที่ต่อผ่านการ์ด DAQ

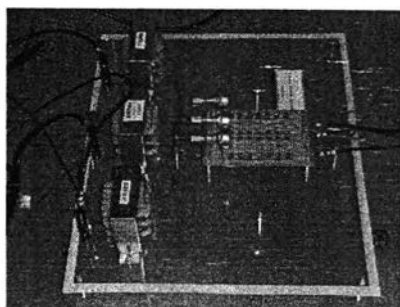
ในการติดตั้งโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบที่ต่อผ่านการ์ด DAQ (รายละเอียดของการ์ด DAQ สามารถดูได้ในภาคผนวก ค) นั้น ได้ต่อจากจุดต่อร่วมของเครื่องวัดทั้ง 3 เครื่องวัด ซึ่งได้แสดงในรูปที่ 5.6 แล้วได้ต่อผ่านเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Power visa ซึ่งได้แสดงในรูปที่ 5.7 แล้วได้ต่อผ่านตัวตรวจวัดแรงดันและระบบป้องกันแรงดันเกิน (รายละเอียดของการออกแบบและทดสอบฮาร์ดแวร์สามารถดูได้ในภาคผนวก ง) ซึ่งได้แสดงในรูปที่ 5.8 แล้วได้ต่อผ่านการ์ด DAQ ซึ่งได้แสดงในรูปที่ 5.9 สุดท้ายได้ต่อเข้ากับพอร์ต USB ของของโน้ตบุ๊ก ซึ่งได้แสดงในรูปที่ 5.10 และรูปที่ 5.11 แสดงภาพด้านข้างของการต่อวงจร



รูปที่ 5.6 จุดต่อร่วมของเครื่องวัดทั้ง 3 เครื่องวัด



รูปที่ 5.7 การต่อสายที่เครื่องวัด Power Visa



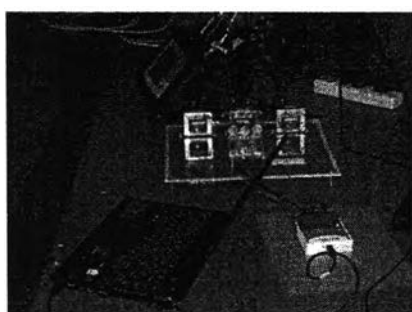
รูปที่ 5.8 การต่อสายที่ตัวตรวจวัดแรงดันและระบบป้องกันแรงดันเกิน



รูปที่ 5.9 การต่อสายที่การ์ด DAQ



รูปที่ 5.10 การต่อสายจากการ์ด DAQ ไปยังพอร์ต USB ของโน้ตบุ๊ก



รูปที่ 5.11 ภาพด้านข้างของการต่อวงจรของโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบที่ต่อผ่านการ์ด DAQ

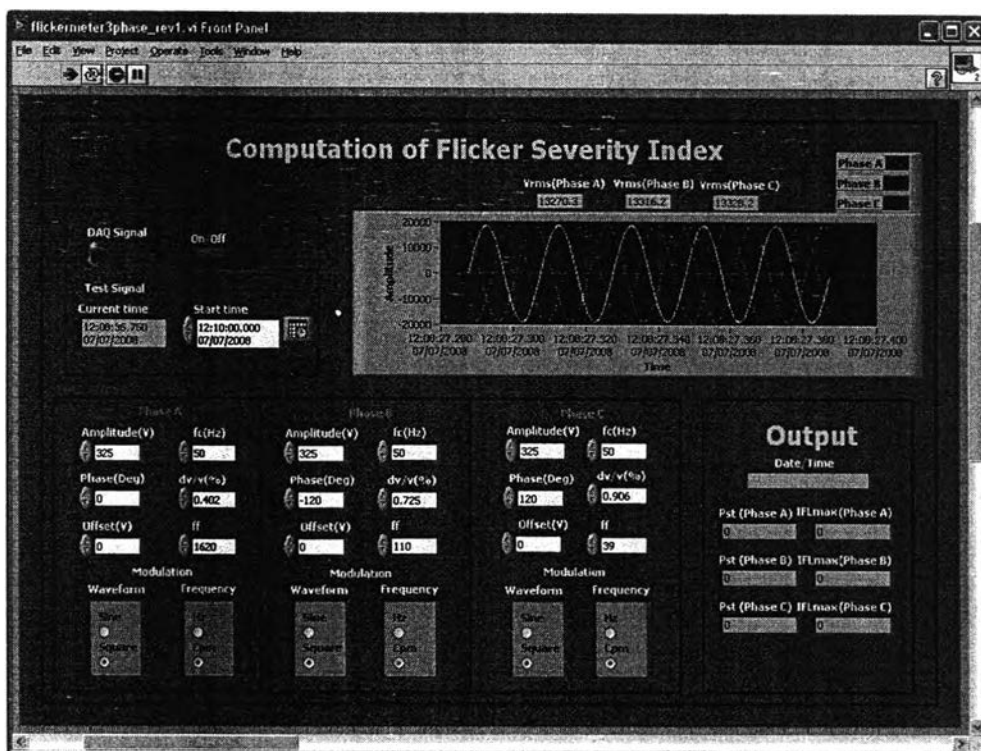
การติดตั้งและวัดสัญญาณแรงดัน ได้เริ่มต้นในวันที่ 7 กรกฎาคม 2551 เวลา 12.10 น. จนถึงวันที่ 31 กรกฎาคม 2551 เวลา 11.00 น. ก่อนเริ่มทำการวัดได้ปรับค่าแรงดันขาออก ที่

ออกจากระบบป้องกันแรงดันเกินให้เท่ากับ 1 V (ตามที่ได้ออกแบบไว้) ซึ่งปรับได้จากตัวต้านทานปรับค่าได้ ( $R = 5k\Omega$ ) แล้วป้อนค่าอัตราส่วนของ VT ในโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบเท่ากับ 200

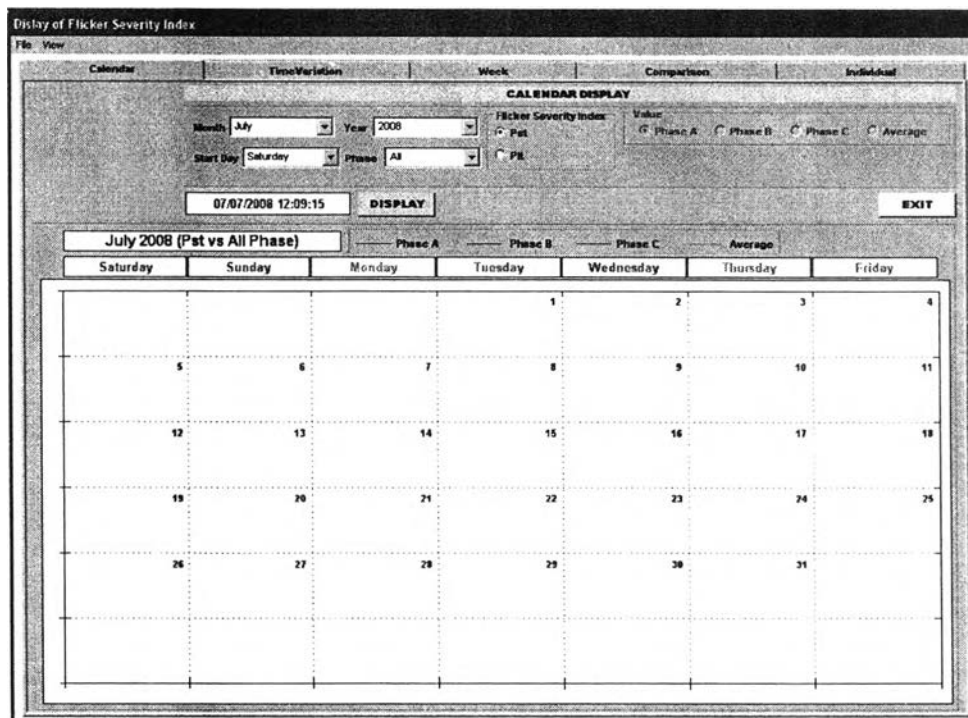
หลังจากนั้นก็ตั้งเวลาโดยเริ่มในวันที่ 7 กรกฎาคม 2551 เวลา 12.10 น. ซึ่งแสดงในรูปที่ 5.12 ส่วนหน้าจอของโปรแกรมแสดงผลในรูปแบบปฏิทิน แสดงในรูปที่ 5.13 (ไม่มีข้อมูลในการแสดงผล) และส่วนหน้าจอของโปรแกรมแสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลทั้งเดือนในรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงตามเวลา แสดงในรูปที่ 5.14 (ยังไม่มีข้อมูลในการแสดงผล) เมื่อถึงเวลาที่เริ่มวัดสัญญาณแรงดันปุ่มแสดงการวัดสัญญาณก็จะแสดงสีเป็นสีเขียวในหน้าจอของโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบ แสดงในรูปที่ 5.15

หลังจากเริ่มวัดสัญญาณแรงดันจนถึงเวลา 12.40 น. (หลังจากวัดสัญญาณแรงดัน 30 นาที) หน้าจอของโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบ ก็จะแสดงค่า  $P_{sr}$  และ IFL สูงสุด ทั้ง 3 เฟส ที่เวลา 12.40 น. แสดงในรูปที่ 5.16 ส่วนหน้าจอของโปรแกรมแสดงผลในรูปแบบปฏิทิน จะแสดงกราฟของ  $P_{sr}$  ที่วิเคราะห์มาได้ แสดงในรูปที่ 5.17 และแสดงหน้าจอของโปรแกรมแสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลทั้งเดือนในรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงตามเวลา จะมีค่า  $P_{sr}$  3 ค่า แสดงในรูปที่ 5.18

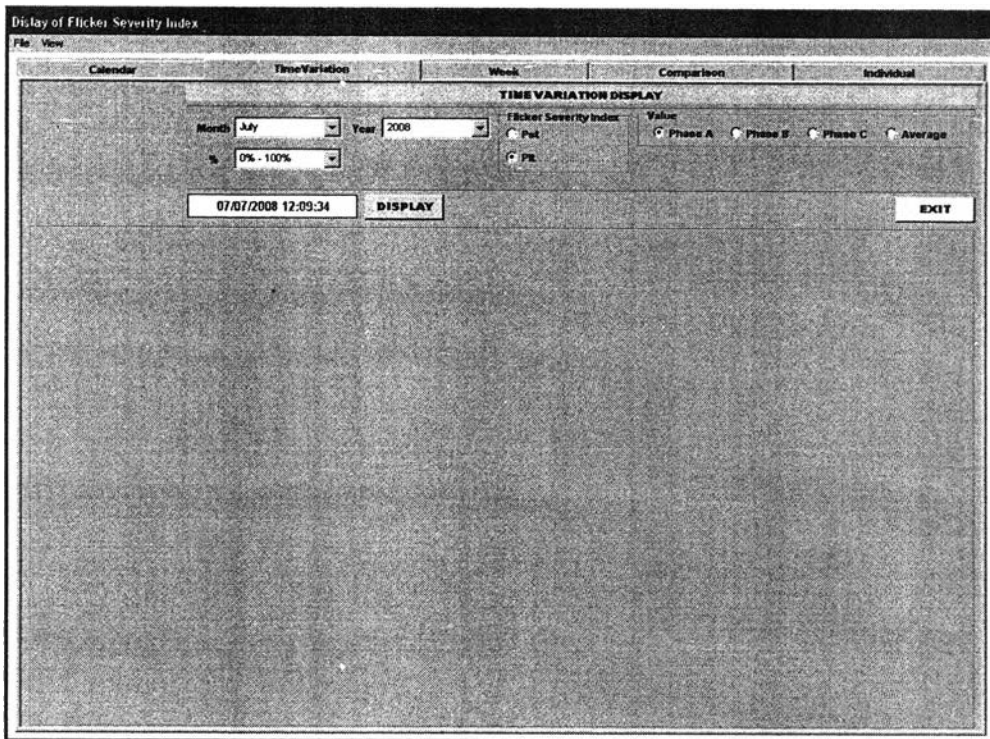
หลังจากวัดสัญญาณแรงดันถึงวันที่ 31 กรกฎาคม 2551 เวลา 10.32 น. หน้าจอของโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบ ก็จะแสดงค่า  $P_{sr}$  และ IFL สูงสุด ทั้ง 3 เฟส แสดงในรูปที่ 5.19 ส่วนหน้าจอของโปรแกรมแสดงผลในรูปแบบปฏิทิน แสดงในรูปที่ 5.20 ส่วนหน้าจอของโปรแกรมแสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลทั้งเดือนในรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงตามเวลา แสดงในรูปที่ 5.21 ส่วนหน้าจอของโปรแกรมแสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลแต่ละสัปดาห์ แสดงในรูปที่ 5.22 ส่วนหน้าจอของโปรแกรมแสดงผลการเปรียบเทียบค่า  $P_{sr}$  ระหว่างวัน ได้เลือกวันที่ 11 18 และ 25 แสดงในรูปที่ 5.23 ส่วนหน้าจอของโปรแกรมแสดงผลการเปรียบเทียบกราฟความสะสมระหว่างวัน ได้เลือก class เท่ากับ 25 แสดงในรูปที่ 5.24 ส่วนหน้าจอของโปรแกรมแสดงผลการเปรียบเทียบรูปแบบแผนภูมิแท่ง แสดงในรูปที่ 5.25 ส่วนหน้าจอของโปรแกรมแสดงผลค่า  $P_{sr}$  ของวันที่ 10 กรกฎาคม 2551 แสดงในรูปที่ 5.26 ส่วนหน้าจอของโปรแกรมแสดงผลในรูปแบบกราฟความสะสมได้เลือก class เท่ากับ 25 แสดงในรูปที่ 5.27 ส่วนหน้าจอของโปรแกรมแสดงผลในรูปแบบแผนภูมิแท่ง แสดงในรูปที่ 5.28



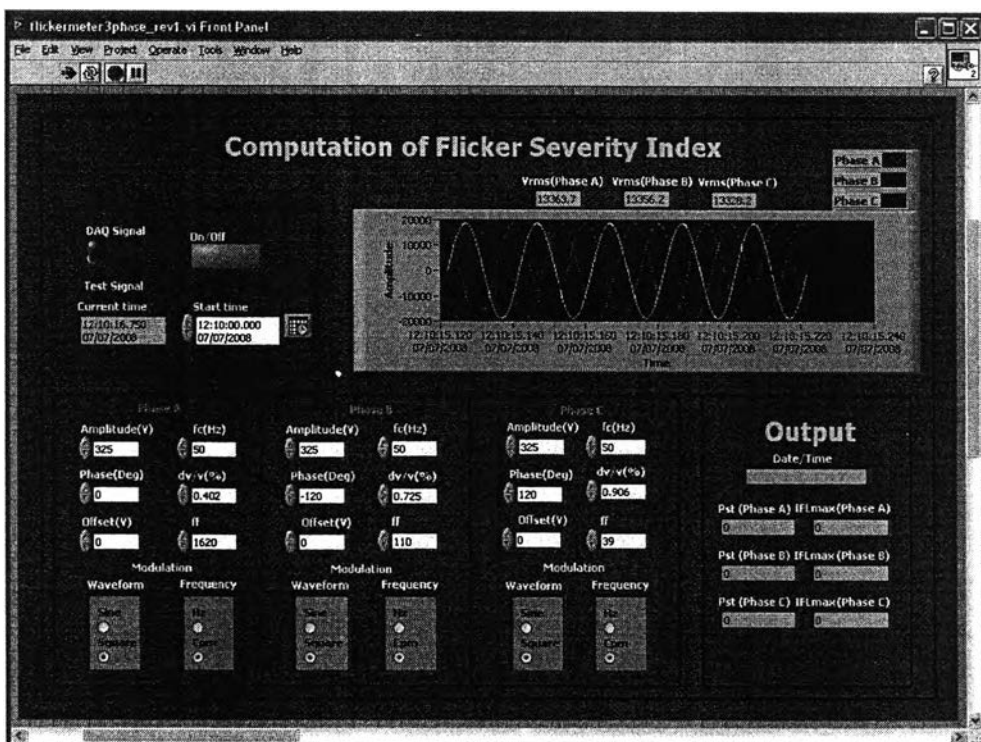
รูปที่ 5.12 หน้าจอของโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบ (ก่อนถึงเวลาที่เริ่มวัดสัญญาณแรงดัน)



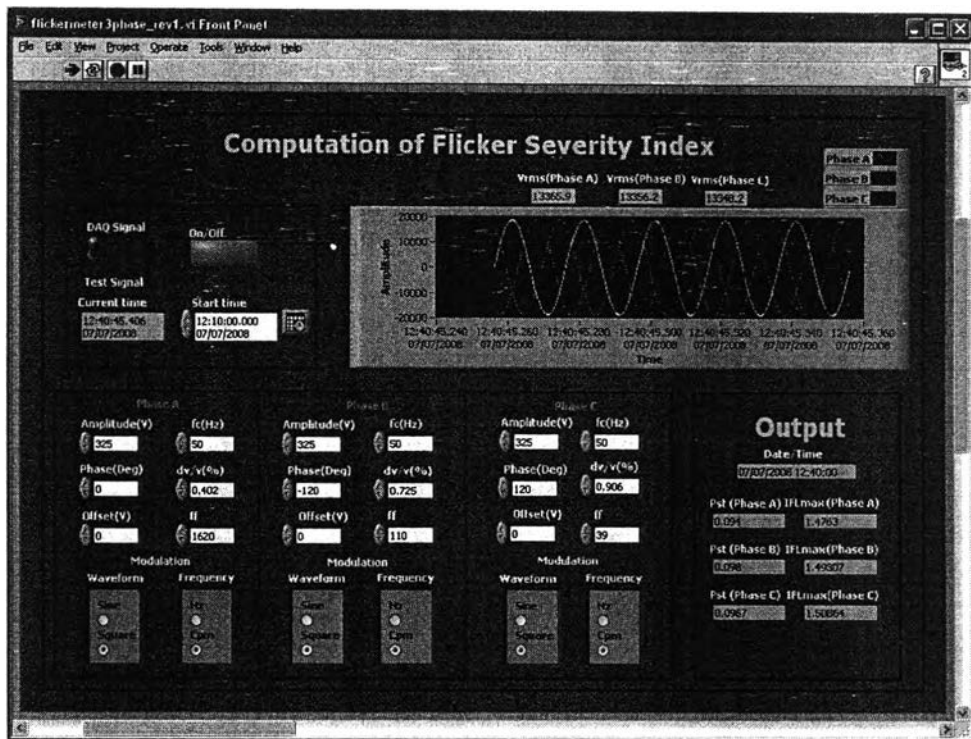
รูปที่ 5.13 หน้าจอของโปรแกรมแสดงผลในรูปแบบปฏิทิน (ก่อนถึงเวลาที่เริ่มวัดสัญญาณแรงดัน)



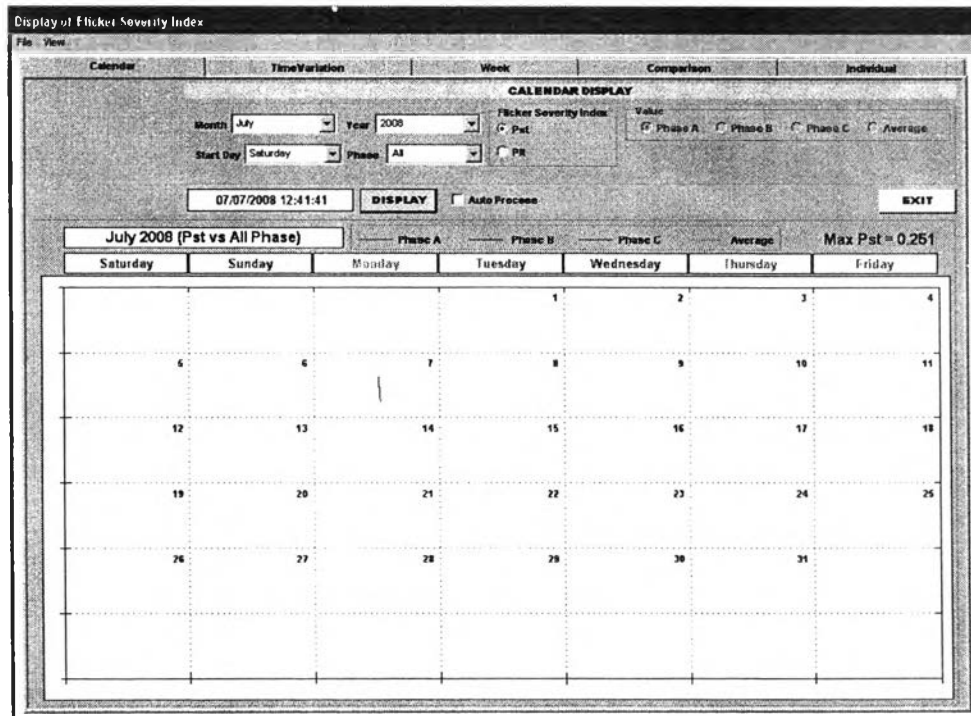
รูปที่ 5.14 หน้าจอของโปรแกรมแสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลทั้งเดือนในรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงตามเวลา(ก่อนถึงเวลาที่เริ่มวัดสัญญาณแรงดัน)



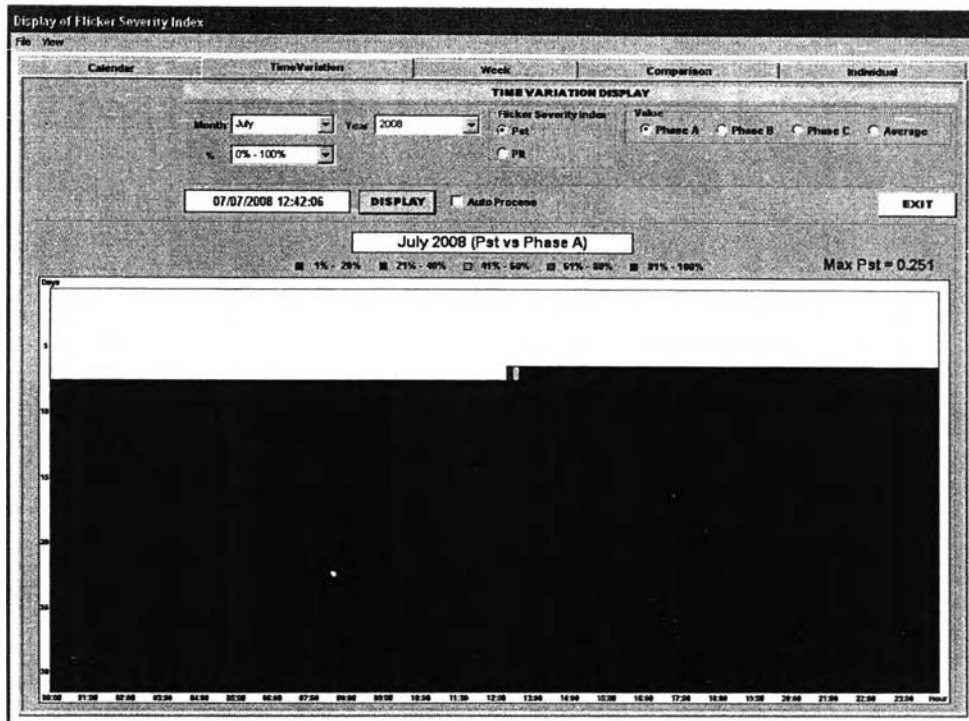
รูปที่ 5.15 หน้าจอของโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบ (เมื่อถึงเวลาที่เริ่มวัดสัญญาณแรงดัน)



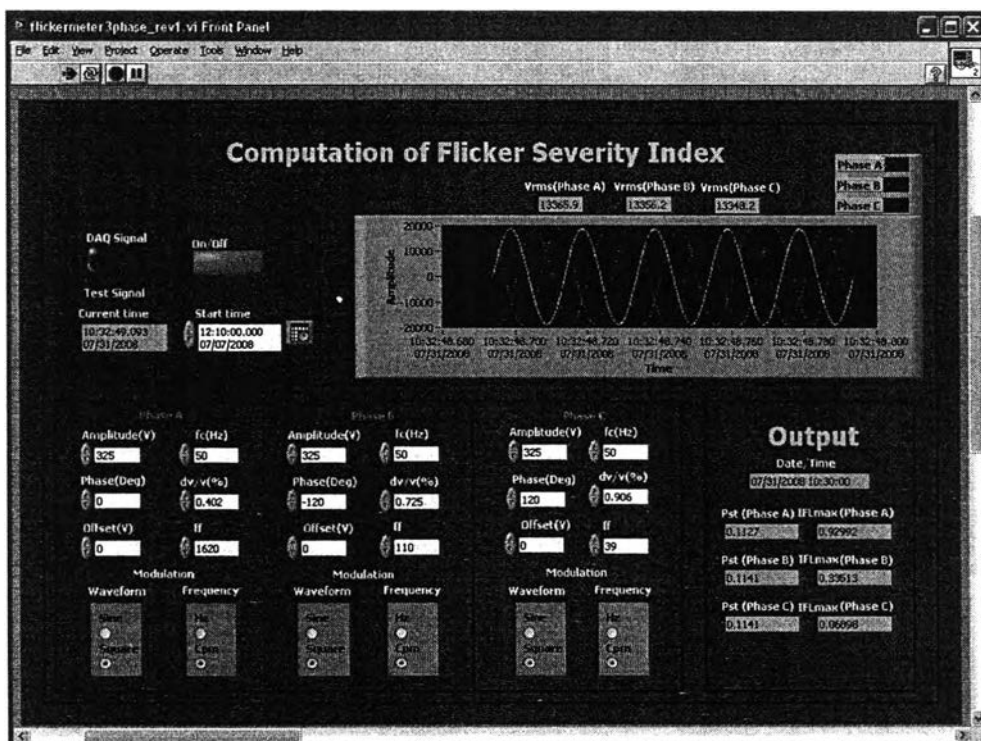
รูปที่ 5.16 หน้าจอของโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบ (หลังจากเริ่มวัดสัญญาณแรงดัน 30 นาที)



รูปที่ 5.17 หน้าจอของโปรแกรมแสดงผลในรูปแบบปฏิทิน (หลังจากเริ่มวัดสัญญาณแรงดัน 30 นาที)

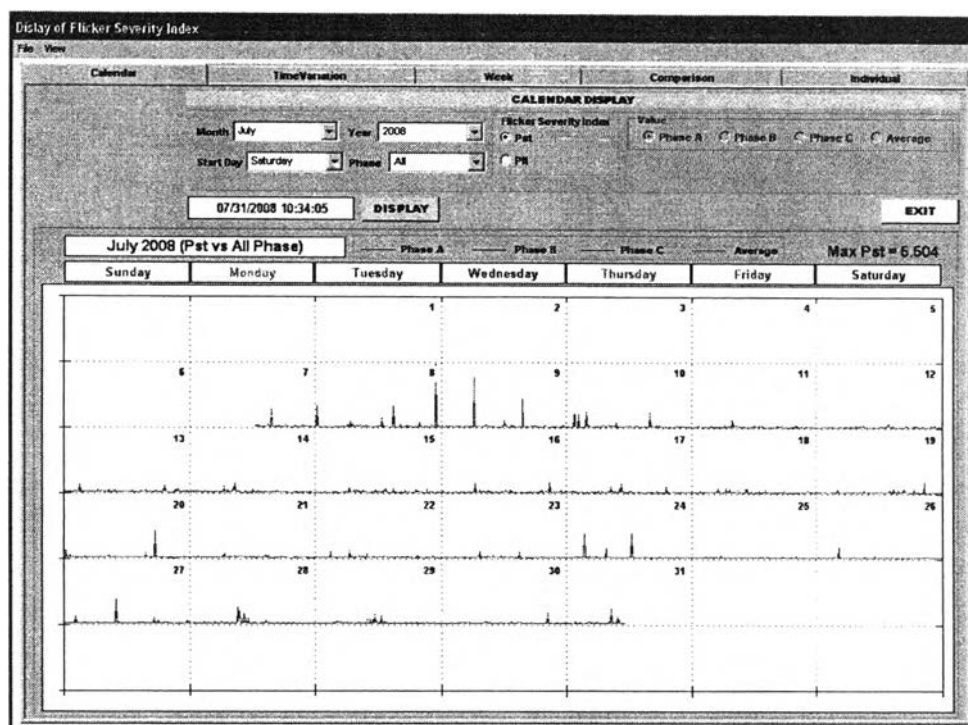


รูปที่ 5.18 หน้าจอของโปรแกรมแสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลทั้งเดือนในรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงตามเวลา (หลังจากเริ่มวัดสัญญาณแรงดัน 30 นาที)

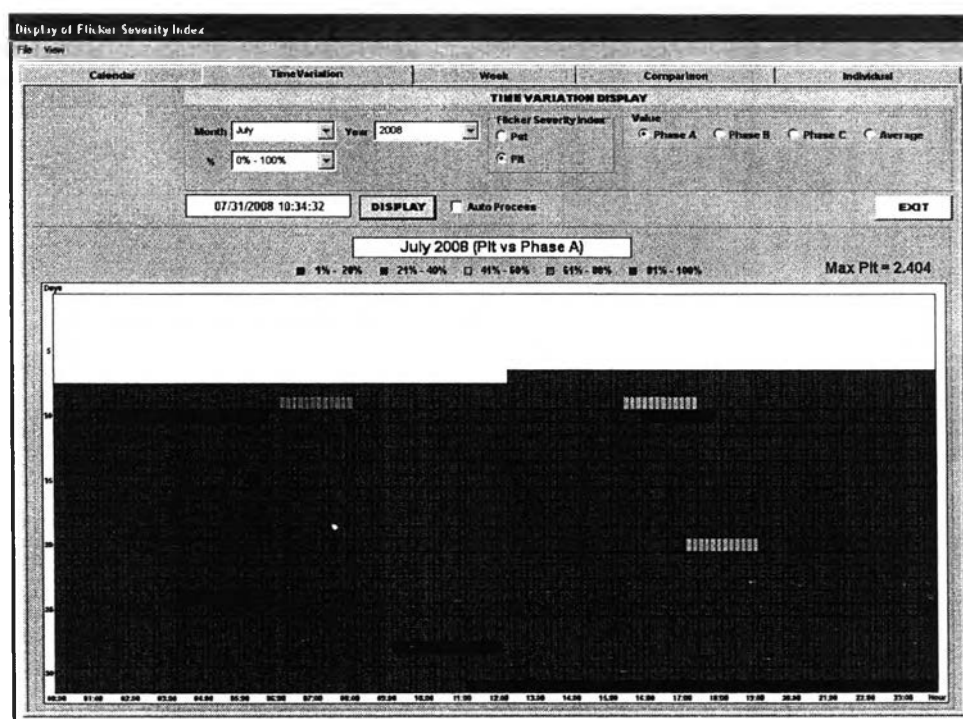


รูปที่ 5.19 หน้าจอของโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบ (หลังจากเริ่มวัดสัญญาณแรงดัน 25 วัน)

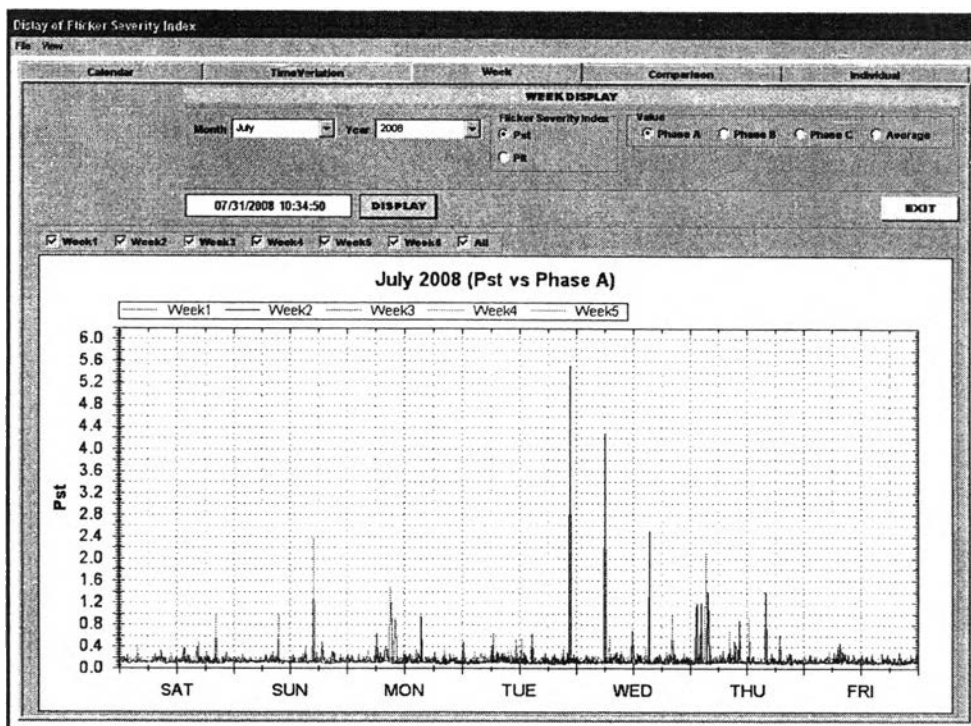




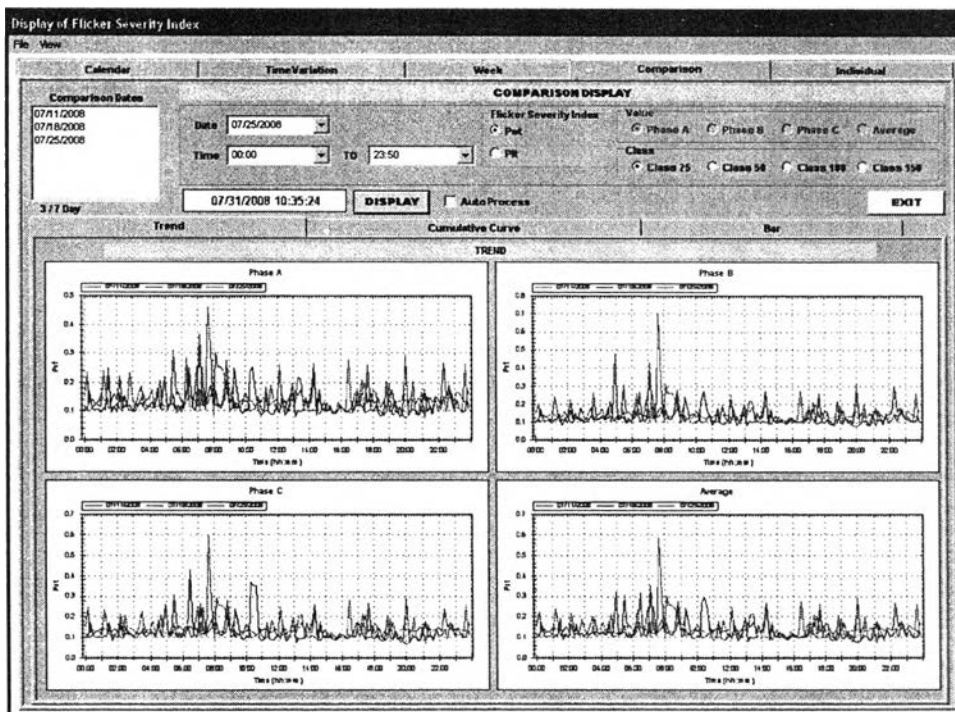
รูปที่ 5.20 หน้าจอของโปรแกรมแสดงผลในรูปแบบปฏิทิน (หลังจากเริ่มวัดสัญญาณแรงดัน 25 วัน)



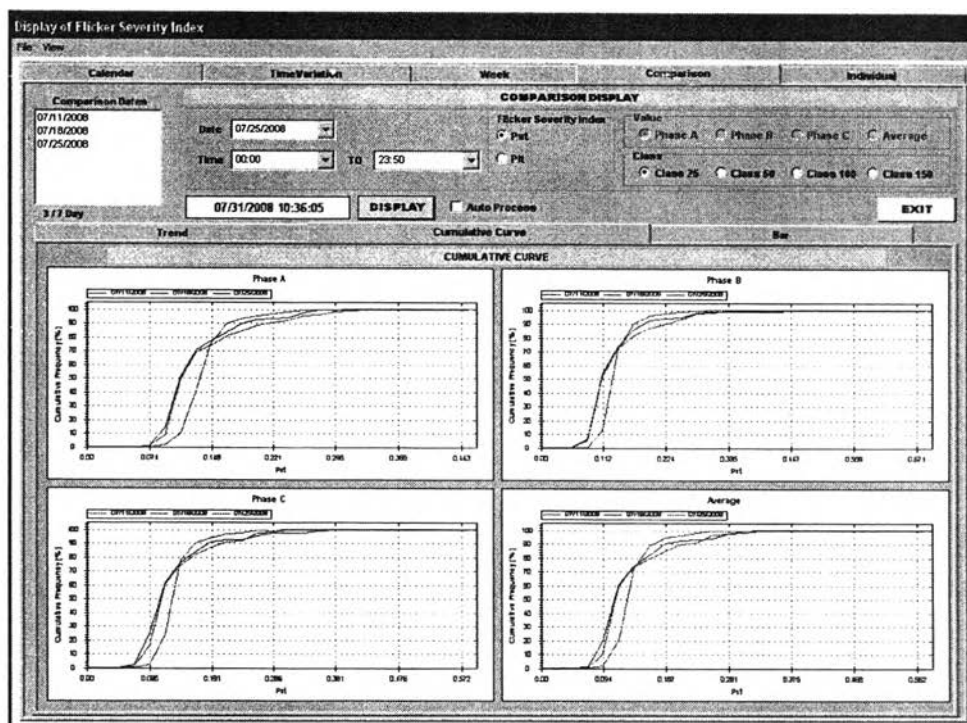
รูปที่ 5.21 หน้าจอของโปรแกรมแสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลทั้งเดือนในรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงตามเวลา (หลังจากเริ่มวัดสัญญาณแรงดัน 25 วัน)



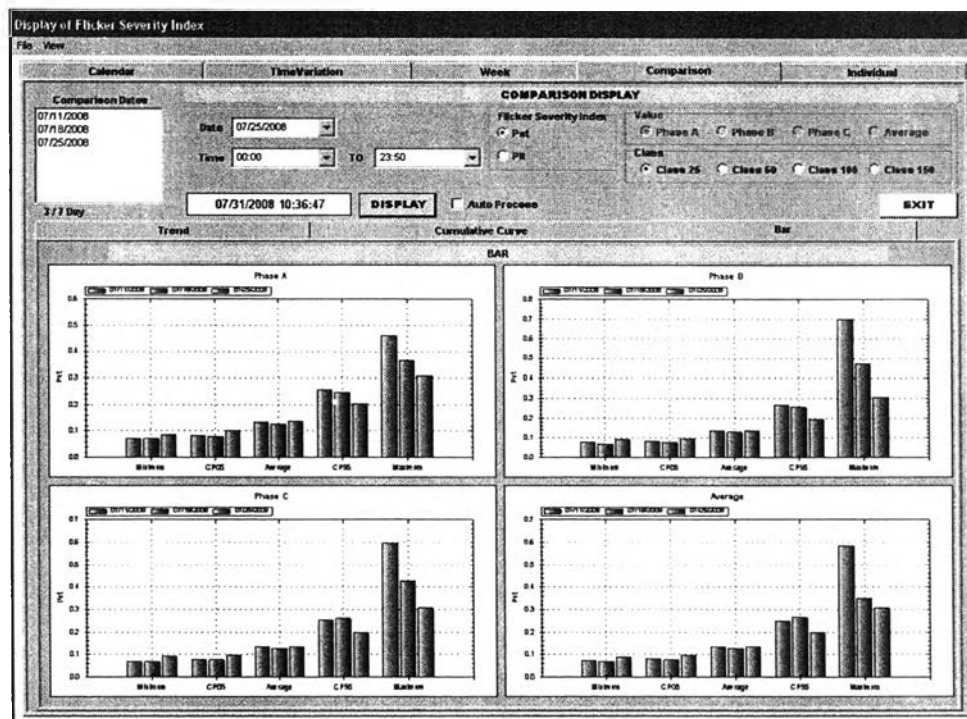
รูปที่ 5.22 หน้าจอของโปรแกรมแสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูลแต่ละสัปดาห์  
(หลังจากเริ่มวัดสัญญาณแรงดัน 25 วัน)



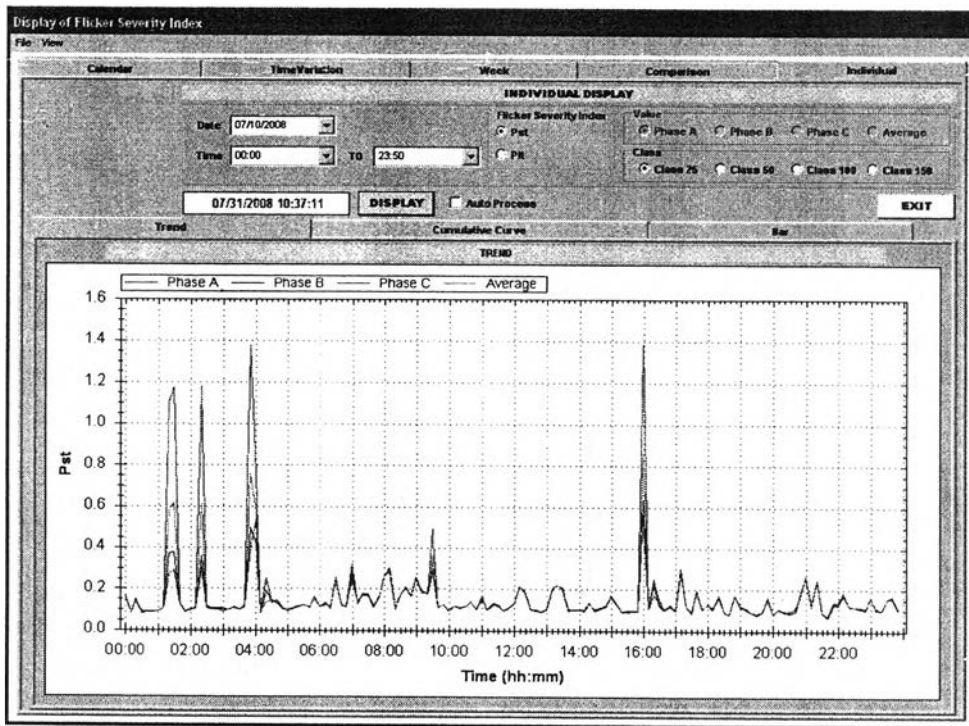
รูปที่ 5.23 หน้าจอของโปรแกรมแสดงผลการเปรียบเทียบค่า  $P_{st}$  ระหว่างวัน  
(หลังจากเริ่มวัดสัญญาณแรงดัน 25 วัน)



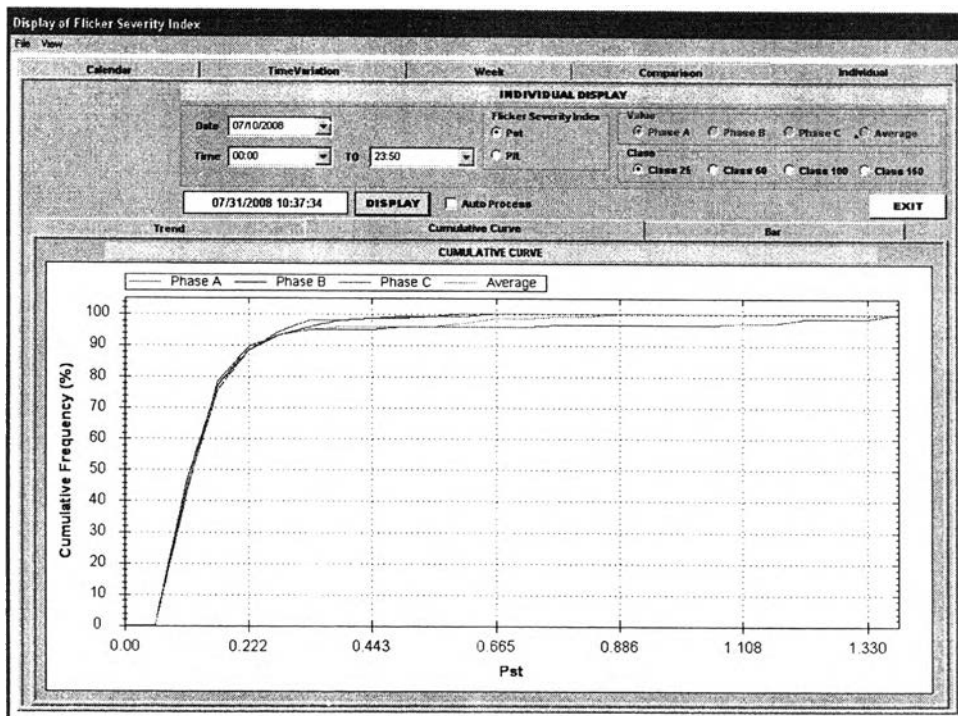
รูปที่ 5.24 หน้าจอของโปรแกรมแสดงผลการเปรียบเทียบกราฟความสะสมระหว่างวัน  
(หลังจากเริ่มวัดสัญญาณแรงดัน 25 วัน)



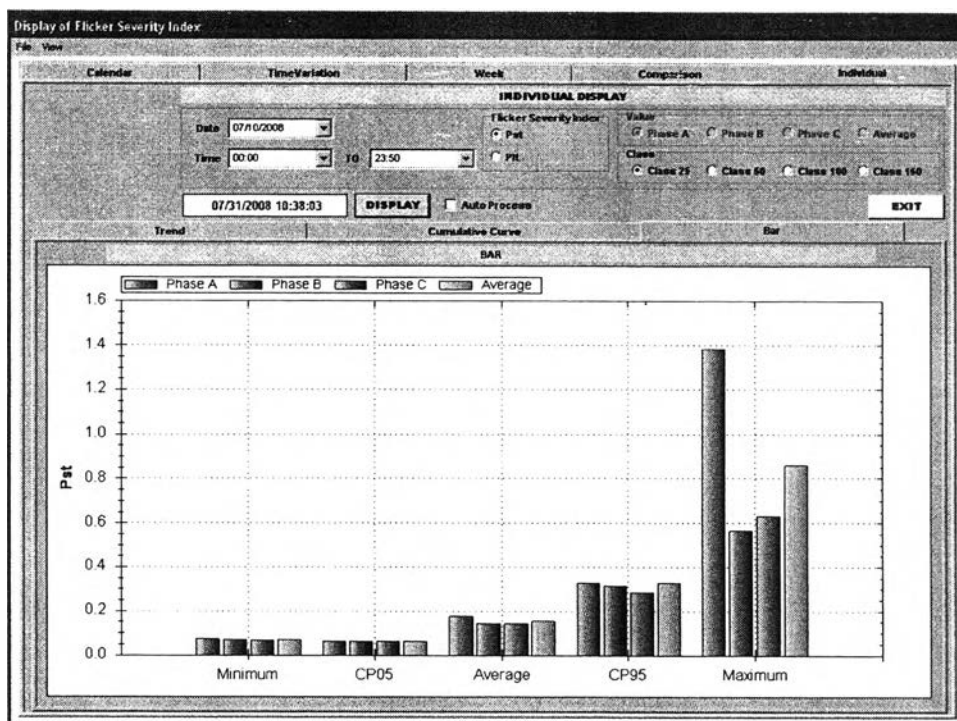
รูปที่ 5.25 หน้าจอของโปรแกรมแสดงผลการเปรียบเทียบรูปแบบแผนภูมิแท่ง  
(หลังจากเริ่มวัดสัญญาณแรงดัน 25 วัน)



รูปที่ 5.26 หน้าจอของโปรแกรมแสดงผลค่า  $P_{st}$  ของวันที่ 10 กรกฎาคม 2551  
(หลังจากเริ่มวัดสัญญาณแรงดัน 25 วัน)



รูปที่ 5.27 หน้าจอของโปรแกรมแสดงผลในรูปแบบกราฟความสะสมของวันที่ 10 กรกฎาคม 2551  
(หลังจากเริ่มวัดสัญญาณแรงดัน 25 วัน)



รูปที่ 5.28 หน้าจอของโปรแกรมแสดงผลในรูปแบบแผนภูมิแท่งของวันที่ 10 กรกฎาคม 2551 (หลังจากเริ่มวัดสัญญาณแรงดัน 25 วัน)

### 5.2.2 เครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Power Visa (ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)

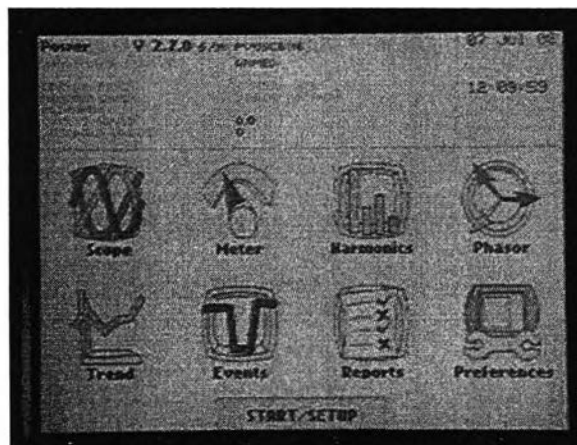
ในการติดตั้งและวัดสัญญาณแรงดันของเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Power Visa นั้น ได้ต่อจากจุดวัดรวมกันทั้ง 3 เครื่องวัด แสดงในรูปที่ 5.6 และการต่อสายของเครื่องวัด แสดงในรูปที่ 5.29 หลังจากติดตั้งเสร็จก็ตั้งค่าอัตราส่วนของ VT (200:1) เลือกลงจร 3 เฟสให้ตรงกับที่วัดและตั้งเวลาเริ่มต้นวัดสัญญาณแรงดัน ในวันที่ 7 กรกฎาคม 2551 เวลา 12.10 น. เมื่อตั้งค่าเสร็จหน้าจอของเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Power Visa ก็แสดงในรูปที่ 5.30 และเมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ เครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Power Visa ก็เริ่มวัดสัญญาณแรงดัน (ปุ่มด้านล่างจะเปลี่ยนจาก START/SETUP เป็น STOP) ซึ่งแสดงในรูปที่ 5.31 ส่วนหน้าจอของเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Power Visa โหมดอ่านค่าแรงดัน พบว่าแรงดันเฟส A เท่ากับ 13.38 kV แรงดันเฟส B เท่ากับ 13.40 kV และแรงดันเฟส C เท่ากับ 13.53 kV ซึ่งแสดงในรูปที่ 5.32 ส่วนหน้าจอของเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Power Visa โหมดอ่านดรรชนีไฟกะพริบ (ไม่มีดรรชนีไฟกะพริบ) แสดงในรูปที่ 5.33

เมื่อวัดสัญญาณแรงดันถึงวันที่ 23 กรกฎาคม 2551 เวลา 10.05 น. (วัดสัญญาณแรงดันได้ 17 วัน) และได้แสดงหน้าจอของเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Power Visa แสดงในรูปที่ 5.34 ส่วนหน้าจอของเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Power Visa โหมดสโคป อ่านค่าแรงดันเฟส A เท่ากับ

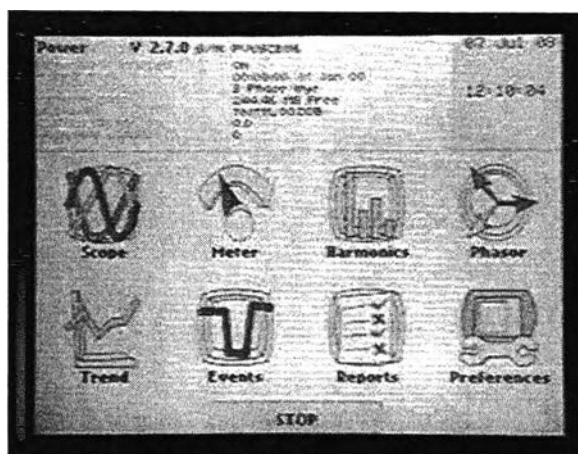
13.28 kV ค่าแรงดันเฟส B เท่ากับ 13.30 kV และค่าแรงดันเฟส C เท่ากับ 13.36 kV แสดงในรูปที่ 5.35 ส่วนหน้าจอของเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Power Visa โหมดอ่านค่าดรรรชนีไฟกะพริบ พบว่าเฟส A มีค่า  $P_{sr}=0.106$   $P_{II}(\text{Slide})=0.193$  และ  $P_{II}=0.193$  เฟส B มีค่า  $P_{sr}=0.109$   $P_{II}(\text{Slide})=0.195$  และ  $P_{II}=0.195$  และเฟส C มีค่า  $P_{sr}=0.105$   $P_{II}(\text{Slide})=0.191$  และ  $P_{II}=0.191$  ซึ่งแสดงในรูปที่ 5.36 ส่วนหน้าจอของเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Power Visa โหมดอ่านข้อมูลของค่าดรรรชนีไฟกะพริบ แสดงในรูปที่ 5.37 หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปแสดงในโปรแกรม Dran-View ซึ่งได้อ่านข้อมูล  $P_{sr}$  และ  $P_{II}(\text{Slide})$  ทั้ง 3 เฟส ที่เก็บได้จากเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Power Visa ซึ่งแสดงในรูปที่ 5.38 และ 5.39



รูปที่ 5.29 การต่อสายที่เครื่องวัด Power Visa



รูปที่ 5.30 หน้าจอของเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Power Visa (หลังตั้งเวลาเริ่มต้น)



รูปที่ 5.31 หน้าจอของเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Power Visa (เริ่มวัดสัญญาณแรงดัน)

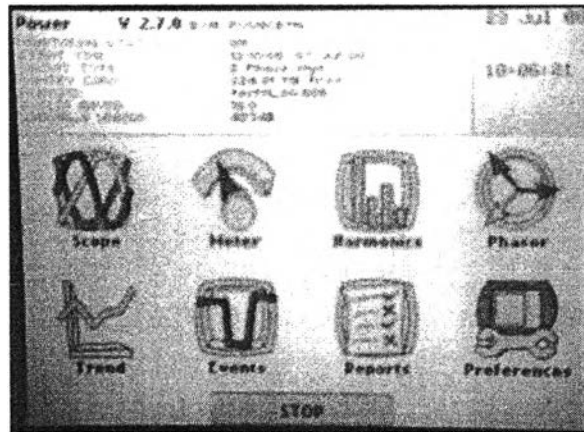
	V <sub>max</sub>	V <sub>min</sub>
A	13.38K	
B	13.48K	
C	13.53K	
D	9.626	
A-B	23.18K*	
B-C	23.35K*	
C-A	23.37K*	

\* Derived values

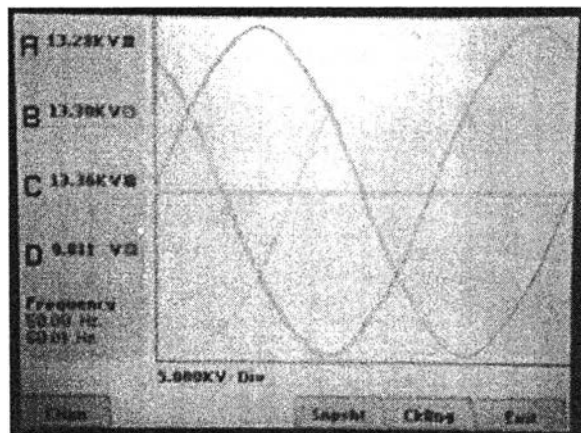
รูปที่ 5.32 หน้าจอของเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Power Visa โหมดอ่านค่าแรงดัน (เริ่มวัดสัญญาณแรงดัน)

	flicker	part(ial)	flicker
A	0	0	0
B	0	0	0
C	0	0	0

รูปที่ 5.33 หน้าจอของเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Power Visa โหมดอ่านดรกรรณีไฟกะพริบ (เริ่มวัดสัญญาณแรงดัน)



รูปที่ 5.34 หน้าจอของเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Power Visa  
(หลังจากวัดสัญญาณแรงดัน 17 วัน)

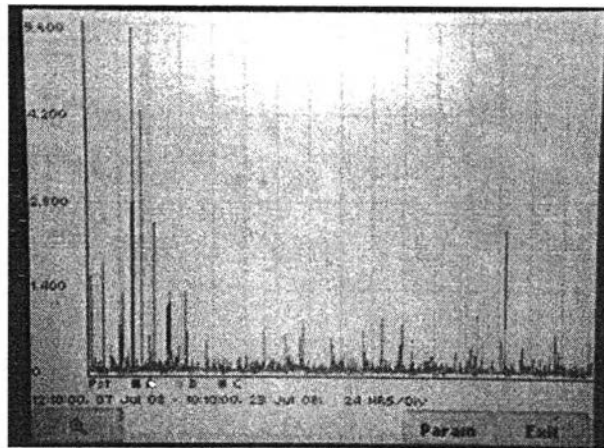


รูปที่ 5.35 หน้าจอของเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Power Visa โหมดสโคป  
(หลังจากวัดสัญญาณแรงดัน 17 วัน)

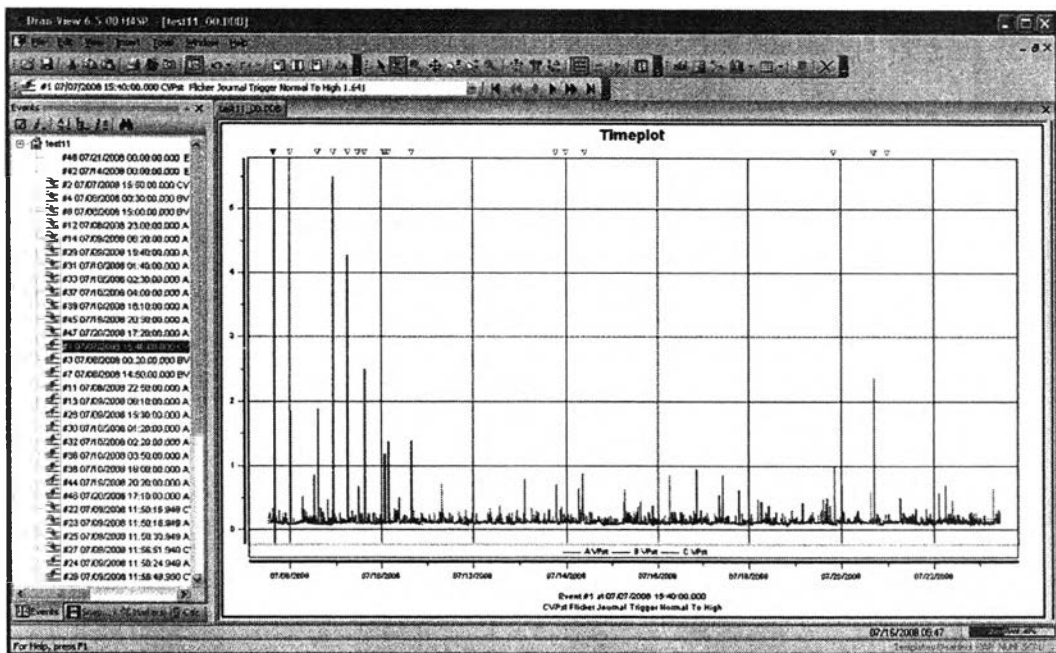
Standard Distortion Unbalance			
Basic	A	B	C
Comp Basic			
Power	A 0.106	0.193	0.193
Distorted Energy	B 0.109	0.195	0.195
Harmonics	C 0.105	0.191	0.191
Flicker			

รูปที่ 5.36 หน้าจอของเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Power Visa โหมดอ่านค่าดัชนีไฟกะพริบ  
(หลังจากวัดสัญญาณแรงดัน 17 วัน)

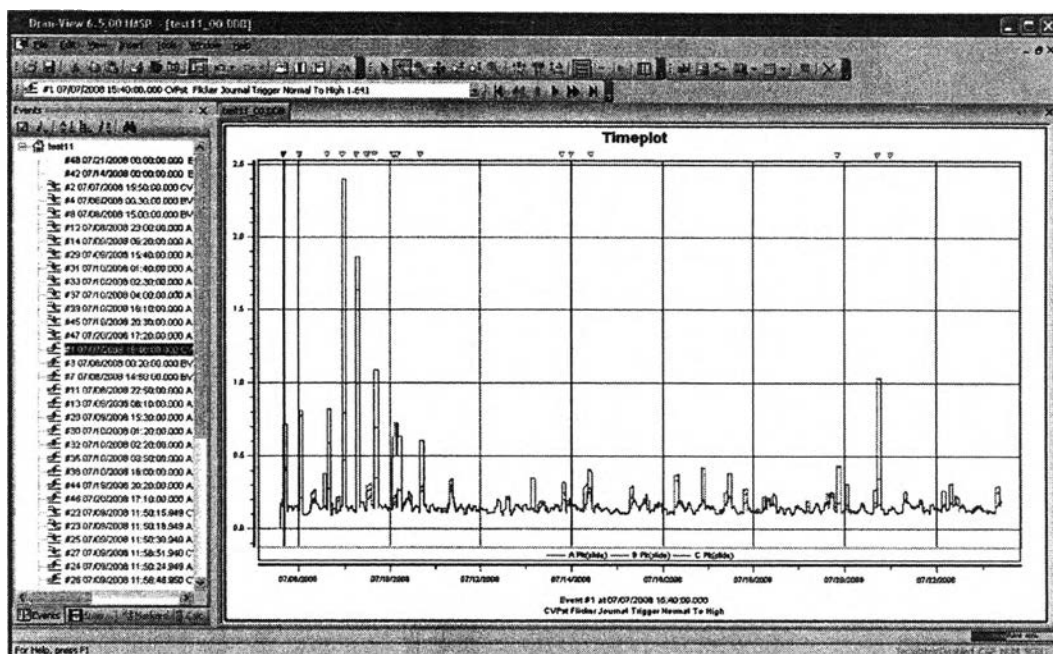




รูปที่ 5.37 หน้าจอของเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Power Visa ใหม่ดำนข้อมูลของค่า  
ดรชนีไฟกะพริบ (หลังจากวัดสัญญาณแรงดัน 17 วัน)



รูปที่ 5.38 โปรแกรม Dran-View เพื่ออ่านข้อมูลที่เก็บได้จากเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Power Visa  
(ข้อมูล  $P_{st}$  ทั้ง 3 เฟส)



รูปที่ 5.39 โปรแกรม Dran-View เพื่ออ่านข้อมูลที่เก็บได้จากเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Power Visa (ข้อมูล  $P_{ij}$  (Slide) ทั้ง 3 เฟส)

### 5.2.3 เครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Fluke (ของการไฟฟ้านครหลวง)

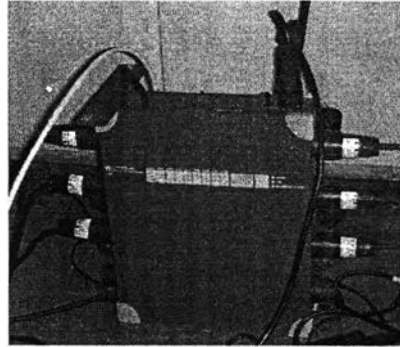
ในการติดตั้งและวัดสัญญาณแรงดันของเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Fluke นั้น ได้ต่อจากจุดวัดร่วมกันทั้ง 3 เครื่องวัด แสดงในรูปที่ 5.6 และการต่อสายของเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Fluke ซึ่งแสดงในรูปที่ 5.40 หลังจากติดตั้งเสร็จก็ค่าอัตราส่วนของ VT (200:1) เลือกลงจระ 3 เฟสให้ตรงกับที่วัดและตั้งเวลาเริ่มต้นวัดสัญญาณแรงดัน ซึ่งในการวัดสัญญาณแรงดันได้แบ่งออกเป็น 3 ช่วงเพราะทางการไฟฟ้านครหลวงได้ใช้พื้นที่บนที่กบฏคลื่นเหตุการณ์เมื่อเกิดแรงดันตก ซึ่งใช้พื้นที่ค่อนข้างมาก ดังนั้นทางการไฟฟ้านครหลวงจึงมีการวัดสัญญาณแรงดันและเก็บข้อมูลได้เป็น 3 ช่วง คือ

ช่วงที่ 1 เริ่มวัดจากวันที่ 7 กรกฎาคม 2551 เวลา 11.00 น. จนถึง วันที่ 15 กรกฎาคม 2551 เวลา 10.00 น.

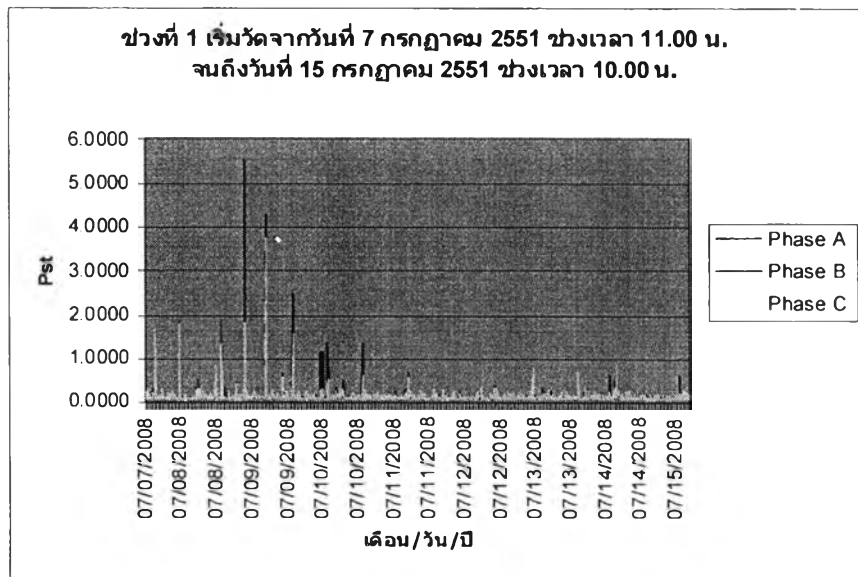
ช่วงที่ 2 เริ่มวัดจากวันที่ 15 กรกฎาคม 2551 เวลา 11.00 น. จนถึง วันที่ 23 กรกฎาคม 2551 เวลา 09.30 น.

ช่วงที่ 3 เริ่มวัดจากวันที่ 23 กรกฎาคม 2551 เวลา 10.00 น. จนถึง วันที่ 31 กรกฎาคม 2551 เวลา 11.00 น.

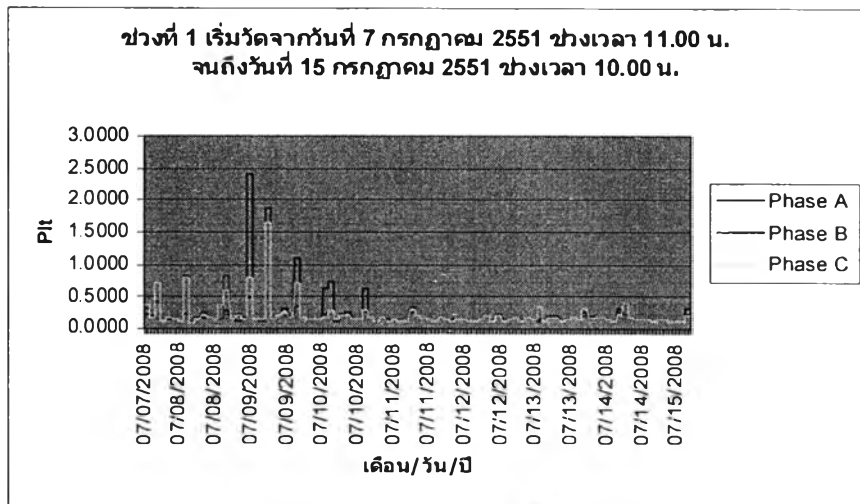
ค่า  $P_{s1}$  และ  $P_{r1}$  ทั้ง 3 เฟส ที่ได้ในช่วงที่ 1 แสดงในรูปที่ 5.41 และ 5.42 สำหรับค่า  $P_{s2}$  และ  $P_{r2}$  ทั้ง 3 เฟส ที่ได้ในช่วงที่ 2 แสดงในรูปที่ 5.43 และ 5.44 ตามลำดับ สำหรับค่า  $P_{s3}$  และ  $P_{r3}$  ทั้ง 3 เฟส ที่ได้ในช่วงที่ 3 แสดงในรูปที่ 5.45 และ 5.46 ตามลำดับ



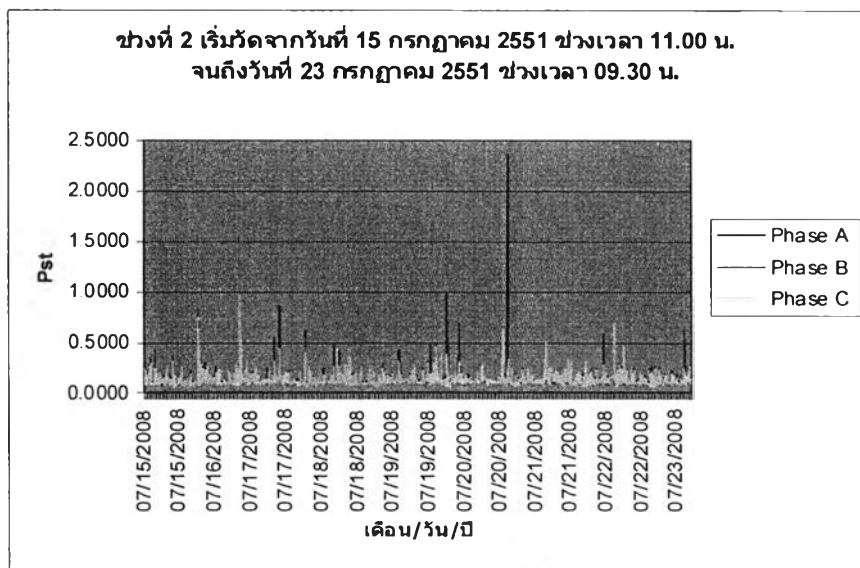
รูปที่ 5.40 การต่อสายของเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Fluke



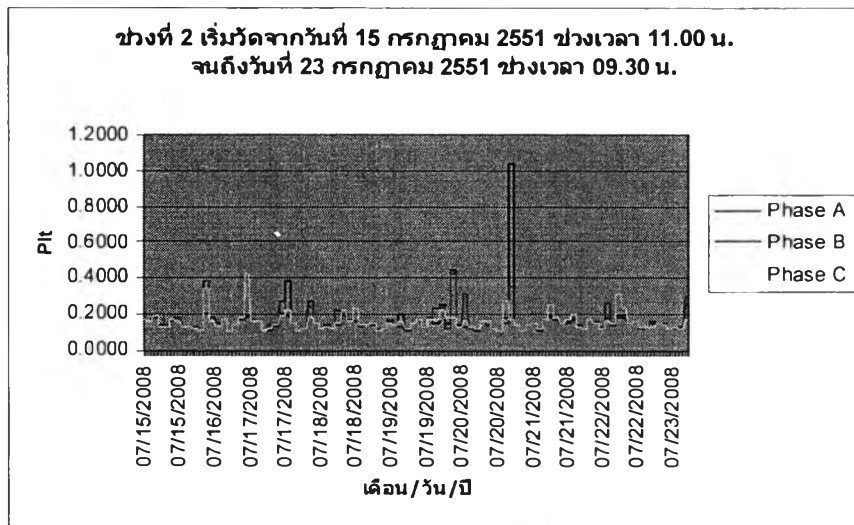
รูปที่ 5.41 ค่า  $P_{s1}$  ทั้ง 3 เฟส ในช่วงที่ 1 ของเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Fluke



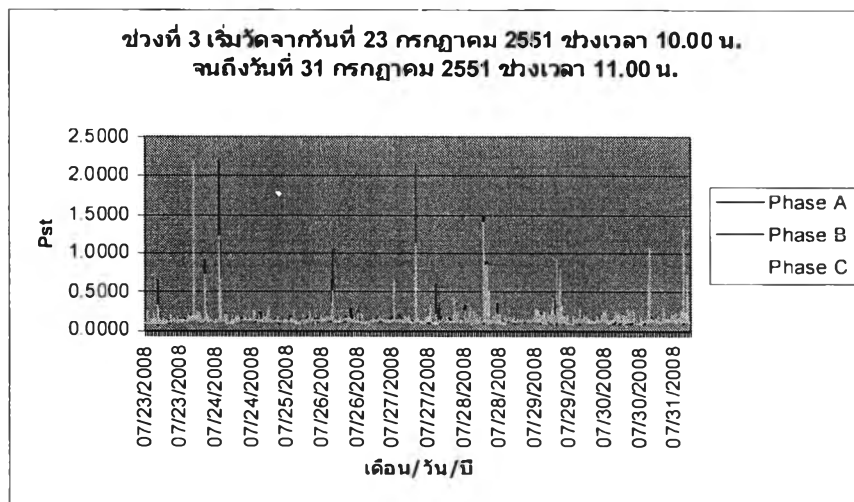
รูปที่ 5.42 ค่า  $P_{st}$  ทั้ง 3 เฟส ในช่วงที่ 1 ของเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Fluke



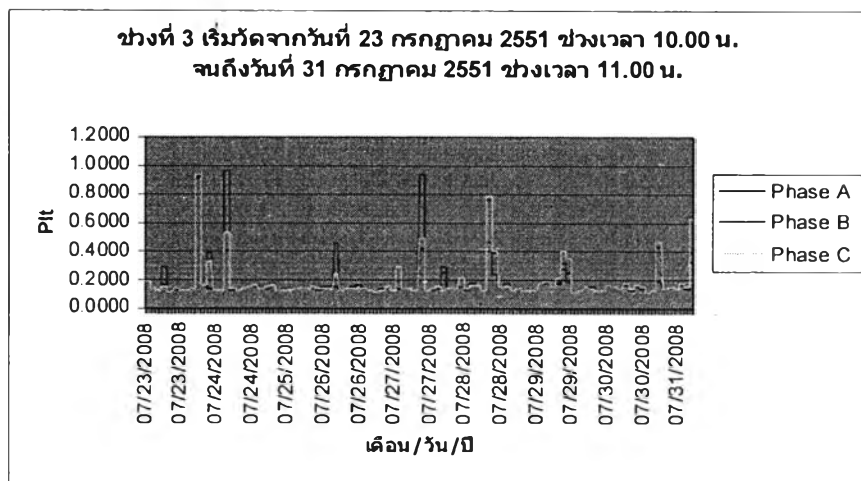
รูปที่ 5.43 ค่า  $P_{st}$  ทั้ง 3 เฟส ในช่วงที่ 2 ของเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Fluke



รูปที่ 5.44 ค่า  $P_{II}$  ทั้ง 3 เฟส ในช่วงที่ 2 ของเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Fluke



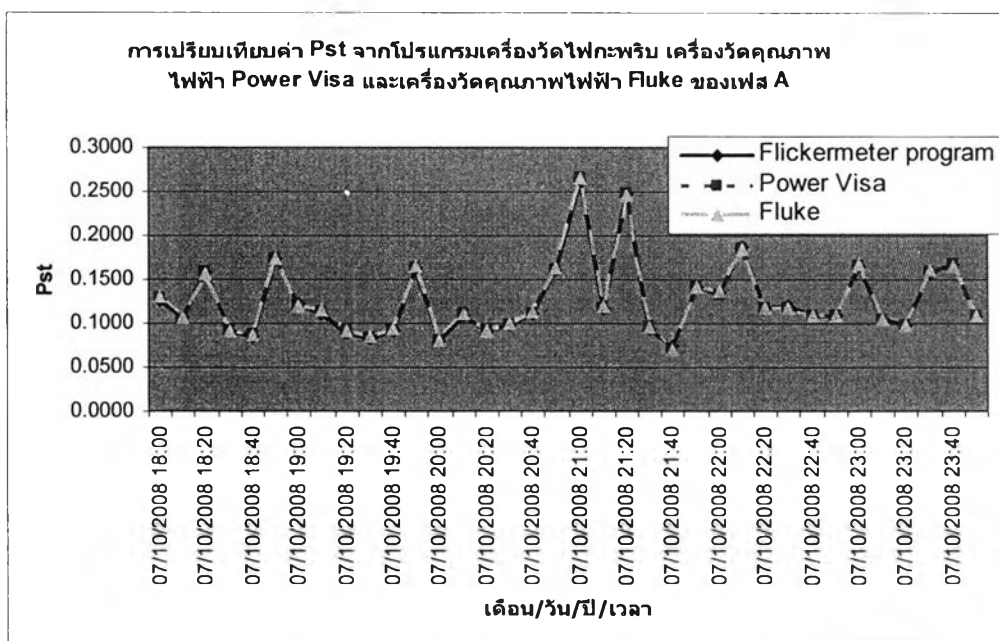
รูปที่ 5.45 ค่า  $P_{st}$  ทั้ง 3 เฟส ในช่วงที่ 3 ของเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Fluke



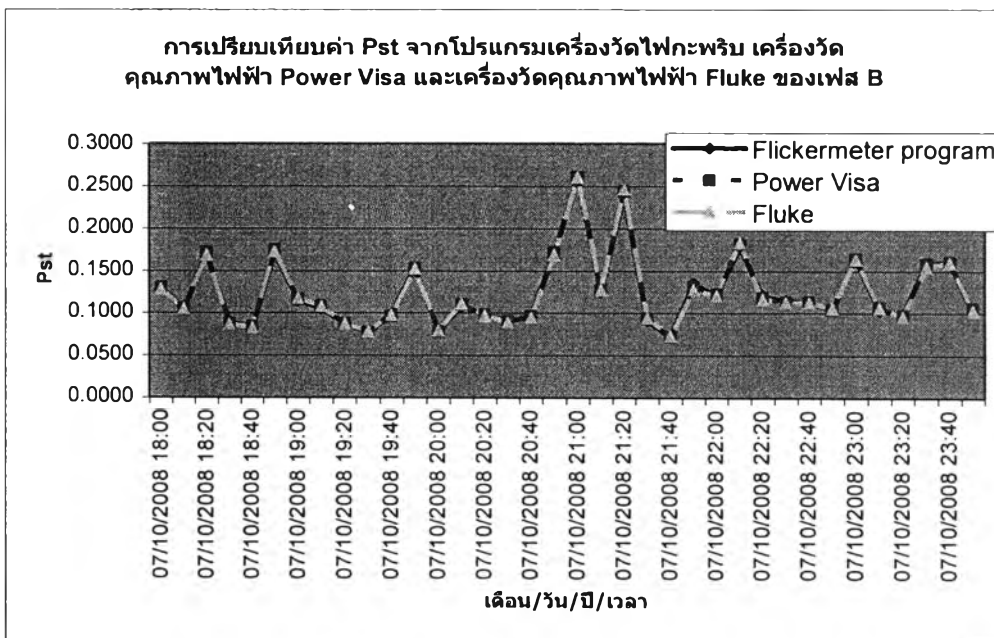
รูปที่ 5.46 ค่า  $P_{st}$  ทั้ง 3 เฟส ในช่วงที่ 3 ของเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Fluke

### 5.3 ความคลาดเคลื่อนจากการวัด

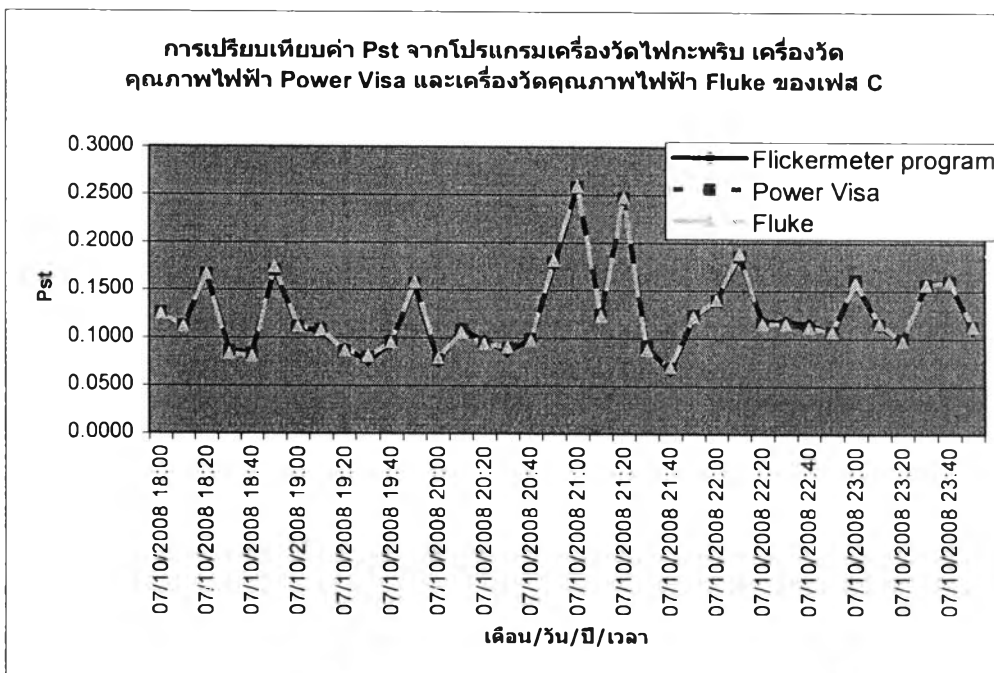
ก่อนที่จะทำการหาค่าความคลาดเคลื่อนจากโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบ เครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Power Visa และเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Fluke ได้ทดลองพล็อตกราฟเปรียบเทียบค่า  $P_{st}$  จาก 3 เครื่องมือวัด (ทั้ง 3 เฟส) ตั้งแต่เวลา 18.00 น. ถึง 24.00 น. ของวันที่ 10 กรกฎาคม 2551 แสดงในรูปที่ 5.47 ถึง 5.49 และพบว่าค่า  $P_{st}$  ที่ได้จากเปรียบเทียบกันนั้นมีค่าที่ใกล้เคียงกันมาก ส่วนในช่วงเวลาอื่นๆ ก็มีค่า  $P_{st}$  ที่ใกล้เคียงเหมือนกัน



รูปที่ 5.47 การเปรียบเทียบค่า  $P_{st}$  จากโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบ เครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Power Visa และเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Fluke ของเฟส A



รูปที่ 5.48 การเปรียบเทียบค่า  $P_{st}$  จากโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบ เครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Power Visa และเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Fluke ของเฟส B



รูปที่ 5.49 การเปรียบเทียบค่า  $P_{st}$  จากโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบ เครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Power Visa และเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Fluke ของเฟส C

ความคลาดเคลื่อนจากการวัดสามารถหาได้จากสมการที่ 5.2

$$\text{ความคลาดเคลื่อน(\%)} = \frac{\text{ผลต่างของดรรชนีไฟกะพริบของเครื่องวัด 2 เครื่องวัด}}{\text{ดรรชนีไฟกะพริบของเครื่องวัดที่ใช้อ้างอิง}} \times 100 \quad (5.2)$$

ค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดระหว่างโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบที่ต่อผ่านการ์ด DAQ กับเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Power Visa (อ้างอิงกับโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบ) แสดงในตารางที่ 5.6 ค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดระหว่างโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบที่ต่อผ่านการ์ด DAQ กับเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Fluke (อ้างอิงกับโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบ) แสดงในตารางที่ 5.7

ตารางที่ 5.6 ค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดระหว่างโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบที่ต่อผ่านการ์ด DAQ กับเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Power Visa (อ้างอิงกับโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบ)

	เฟส A	เฟส B	เฟส C
$P_{st}$	1.2599%	1.3701%	1.5916%
$P_{fl}$	0.3759%	0.4049%	0.5086%

ตารางที่ 5.7 ค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดระหว่างโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบที่ต่อผ่านการ์ด DAQ กับเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Fluke (อ้างอิงกับโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบ)

	เฟส A	เฟส B	เฟส C
$P_{st}$	1.8128%	1.8991%	1.8782%
$P_{fl}$	0.4167%	0.3854%	0.3056%

จากการคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดจากการวัดระหว่างโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบ เครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Power Visa และเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า Fluke พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดมีค่าน้อยกว่า 5 % ตามที่มาตรฐาน IEC 61000-5-15 ได้กำหนดเอาไว้ ซึ่งแสดงว่าทั้ง 3 เครื่องวัดมีการคำนวณค่าดรรชนีไฟกะพริบที่ถูกต้อง

#### 5.4 การวิเคราะห์ผลการวัดจากโปรแกรมเครื่องวัดไฟกะพริบ

หลังจากทำการทดสอบกับสัญญาณแรงดันจริง จะได้ค่า  $P_{st}$  และ  $P_{fl}$  ที่เวลาต่าง ๆ ซึ่งพบว่าค่า  $P_{st}$  ที่มีค่ามากกว่า 1 และค่า  $P_{fl}$  ที่มีค่ามากกว่า 0.8 สามารถทำให้เกิดไฟกะพริบได้ ค่า  $P_{st}$  ที่มีค่ามากกว่า 1 แสดงในตารางที่ 5.9 และค่า  $P_{fl}$  ที่มีค่ามากกว่า 0.8 แสดงในตารางที่ 5.10 (การ



ไฟฟ้าทั้ง 3 การไฟฟ้าได้จำกัดค่าความรุนแรงของค่า  $P_{st}$  เท่ากับ 1.0 และค่า  $P_{it}$  เท่ากับ 0.8 สำหรับระดับแรงดันไฟฟ้าที่จุดต่อร่วม 115 kV หรือต่ำกว่า แสดงในตารางที่ 5.8 [10]

ตารางที่ 5.8 ขีดจำกัดสำหรับค่าความรุนแรงของไฟกะพริบระยะสั้น ( $P_{st}$ ) และค่าความรุนแรงของไฟกะพริบระยะยาว ( $P_{it}$ ) เมื่อรวมแหล่งกำเนิดแรงดันกระเพื่อมทั้งหมดที่มีผลต่อระบบไฟฟ้า ณ จุดใดๆ

ระดับแรงดันไฟฟ้า ที่จุดต่อร่วม	$P_{st}$	$P_{it}$
115 kV หรือต่ำกว่า	1.0	0.8
มากกว่า 115 kV	0.8	0.6

ตารางที่ 5.9 ค่า  $P_{st}$  ที่มีค่ามากกว่า 1

ครั้งที่	เวลา	$P_{st}$ เฟส A	$P_{st}$ เฟส B	$P_{st}$ เฟส C	เฟสที่ $P_{st} > 1$
1	07/07/2008 15:40	0.9400	0.9094	1.6436	C
2	07/08/2008 00:20	0.4730	1.8570	1.7773	B,C
3	07/08/2008 14:50	0.6181	1.8770	1.3408	B,C
4	07/08/2008 22:50	5.5039	1.0632	1.8067	A,B,C
5	07/09/2008 06:10	4.2761	3.7359	3.7470	A,B,C
6	07/09/2008 15:30	2.4965	0.7925	1.5814	A,C
7	07/10/2008 01:20	1.1034	0.3678	0.2673	A
8	07/10/2008 01:30	1.1785	0.3750	0.2907	A
9	07/10/2008 02:20	1.1782	0.3585	0.2953	A
10	07/10/2008 03:50	1.3782	0.4945	0.3946	A
11	07/10/2008 16:00	1.3850	0.5651	0.6331	A
12	07/20/2008 17:10	2.3672	0.7805	0.3245	A
13	07/24/2008 03:20	2.1137	2.0734	2.1548	A,B,C
14	07/24/2008 12:30	0.9114	2.1918	1.2166	B,C
15	07/26/2008 04:10	0.1844	1.0394	0.5123	B
16	07/27/2008 09:40	0.9523	2.1559	1.1146	B,C
17	07/28/2008 09:10	1.4633	0.3718	1.3852	A,C
18	07/28/2008 09:30	0.8947	0.8454	1.1900	C

19	07/30/2008 20:20	0.9647	0.3924	1.0724	C
20	07/31/2008 08:30	0.6756	0.6862	1.3258	C

ตารางที่ 5.10 ค่า  $P_{ii}$  ที่มีค่ามากกว่า 0.8

ครั้งที่	เวลา	$P_{ii}$ เฟส A	$P_{ii}$ เฟส B	$P_{ii}$ เฟส C	เฟสที่ $P_{ii} > 0.8$
1	07/08/2008 00:20	0.2171	0.8119	0.7772	B
	07/08/2008 00:30	0.2170	0.8119	0.7771	B
	07/08/2008 00:40	0.2151	0.8117	0.7770	B
	07/08/2008 00:50	0.2145	0.8117	0.7769	B
	07/08/2008 01:00	0.2145	0.8117	0.7769	B
	07/08/2008 01:10	0.2146	0.8117	0.7769	B
	07/08/2008 01:20	0.2140	0.8116	0.7769	B
	07/08/2008 01:30	0.2142	0.8117	0.7769	B
	07/08/2008 01:40	0.2141	0.8117	0.7769	B
	07/08/2008 01:50	0.2140	0.8117	0.7769	B
	07/08/2008 02:00	0.2141	0.8116	0.7769	B
	07/08/2008 02:10	0.2132	0.8116	0.7768	B
2	07/08/2008 14:50	0.2807	0.8210	0.5878	B
	07/08/2008 15:00	0.2793	0.8209	0.5874	B
	07/08/2008 15:10	0.2795	0.8209	0.5875	B
	07/08/2008 15:20	0.2756	0.8205	0.5867	B
	07/08/2008 15:30	0.2756	0.8205	0.5867	B
	07/08/2008 15:40	0.2744	0.8203	0.5865	B
	07/08/2008 15:50	0.2735	0.8203	0.5863	B
	07/08/2008 16:00	0.2739	0.8203	0.5864	B
	07/08/2008 16:10	0.2747	0.8219	0.5865	B
	07/08/2008 16:20	0.2747	0.8219	0.5865	B
	07/08/2008 16:30	0.2747	0.8219	0.5865	B

	07/08/2008 16:40	0.2747	0.8219	0.5865	B
3	07/08/2008 22:50	2.4042	0.4699	0.7910	A
	07/08/2008 23:00	2.4042	0.4693	0.7908	A
	07/08/2008 23:10	2.4042	0.4701	0.7911	A
	07/08/2008 23:20	2.4042	0.4703	0.7912	A
	07/08/2008 23:30	2.4043	0.4715	0.7916	A
	07/08/2008 23:40	2.4043	0.4715	0.7916	A
	07/08/2008 23:50	2.4043	0.4720	0.7917	A
	07/09/2008 00:00	2.4043	0.4720	0.7917	A
	07/09/2008 00:10	2.4042	0.4698	0.7909	A
	07/09/2008 00:20	2.4042	0.4699	0.7909	A
	07/09/2008 00:30	2.4042	0.4699	0.7910	A
	07/09/2008 00:40	2.4042	0.4699	0.7910	A
4	07/09/2008 06:10	1.8679	1.6320	1.6369	A,B,C
	07/09/2008 06:20	1.8679	1.6320	1.6369	A,B,C
	07/09/2008 06:30	1.8679	1.6320	1.6369	A,B,C
	07/09/2008 06:40	1.8679	1.6319	1.6369	A,B,C
	07/09/2008 06:50	1.8679	1.6319	1.6368	A,B,C
	07/09/2008 07:00	1.8679	1.6320	1.6369	A,B,C
	07/09/2008 07:10	1.8679	1.6320	1.6369	A,B,C
	07/09/2008 07:20	1.8680	1.6320	1.6370	A,B,C
	07/09/2008 07:30	1.8679	1.6320	1.6369	A,B,C
	07/09/2008 07:40	1.8680	1.6321	1.6370	A,B,C
	07/09/2008 07:50	1.8680	1.6321	1.6370	A,B,C
	07/09/2008 08:00	1.8680	1.6321	1.6370	A,B,C
5	07/09/2008 15:30	1.0912	0.3541	0.6927	A

	07/09/2008 15:40	1.0912	0.3543	0.6927	A
	07/09/2008 15:50	1.0909	0.3513	0.6920	A
	07/09/2008 16:00	1.0909	0.3504	0.6918	A
	07/09/2008 16:10	1.0909	0.3504	0.6918	A
	07/09/2008 16:20	1.0909	0.3507	0.6918	A
	07/09/2008 16:30	1.0910	0.3517	0.6920	A
	07/09/2008 16:40	1.0910	0.3516	0.6920	A
	07/09/2008 16:50	1.0909	0.3511	0.6919	A
	07/09/2008 17:00	1.0909	0.3509	0.6919	A
	07/09/2008 17:10	1.0911	0.3528	0.6925	A
	07/09/2008 17:20	1.0912	0.3540	0.6928	A
6	07/20/2008 17:10	1.0360	0.3515	0.2821	A
	07/20/2008 17:20	1.0345	0.3460	0.1640	A
	07/20/2008 17:30	1.0345	0.3460	0.1643	A
	07/20/2008 17:40	1.0345	0.3459	0.1641	A
	07/20/2008 17:50	1.0345	0.3460	0.1642	A
	07/20/2008 18:00	1.0345	0.3460	0.1640	A
	07/20/2008 18:10	1.0346	0.3466	0.1667	A
	07/20/2008 18:20	1.0345	0.3457	0.1650	A
	07/20/2008 18:30	1.0345	0.3456	0.1650	A
	07/20/2008 18:40	1.0348	0.3485	0.1774	A
	07/20/2008 18:50	1.0349	0.3489	0.1789	A
	07/20/2008 19:00	1.0348	0.3487	0.1781	A
7	07/24/2008 03:20	0.9248	0.9075	0.9427	A,B,C
	07/24/2008 03:30	0.9248	0.9074	0.9427	A,B,C
	07/24/2008 03:40	0.9248	0.9075	0.9428	A,B,C
	07/24/2008 03:50	0.9247	0.9074	0.9427	A,B,C

	07/24/2008 04:00	0.9246	0.9073	0.9426	A,B,C
	07/24/2008 04:10	0.9247	0.9073	0.9427	A,B,C
	07/24/2008 04:20	0.9251	0.9075	0.9430	A,B,C
	07/24/2008 04:30	0.9251	0.9075	0.9430	A,B,C
	07/24/2008 04:40	0.9250	0.9074	0.9429	A,B,C
	07/24/2008 04:50	0.9250	0.9074	0.9429	A,B,C
	07/24/2008 05:00	0.9250	0.9073	0.9429	A,B,C
	07/24/2008 05:10	0.9248	0.9072	0.9427	A,B,C
8	07/24/2008 12:30	0.4025	0.9582	0.5341	B
	07/24/2008 12:40	0.4026	0.9582	0.5341	B
	07/24/2008 12:50	0.4026	0.9582	0.5341	B
	07/24/2008 13:00	0.4026	0.9582	0.5341	B
	07/24/2008 13:10	0.4025	0.9581	0.5340	B
	07/24/2008 13:20	0.4029	0.9582	0.5343	B
	07/24/2008 13:30	0.4031	0.9583	0.5344	B
	07/24/2008 13:40	0.4033	0.9583	0.5346	B
	07/24/2008 13:50	0.4035	0.9583	0.5347	B
	07/24/2008 14:00	0.4030	0.9583	0.5344	B
	07/24/2008 14:10	0.4030	0.9583	0.5343	B
	07/24/2008 14:20	0.4026	0.9582	0.5341	B
9	07/27/2008 09:40	0.4192	0.9423	0.4891	B
	07/27/2008 09:50	0.4193	0.9423	0.4891	B
	07/27/2008 10:00	0.4196	0.9424	0.4894	B
	07/27/2008 10:10	0.4200	0.9425	0.4898	B
	07/27/2008 10:20	0.4200	0.9425	0.4898	B
	07/27/2008 10:30	0.4202	0.9425	0.4899	B
	07/27/2008 10:40	0.4204	0.9425	0.4901	B

	07/27/2008 10:50	0.4203	0.9425	0.4901	B
	07/27/2008 11:00	0.4203	0.9425	0.4900	B
	07/27/2008 11:10	0.4202	0.9425	0.4900	B
	07/27/2008 11:20	0.4202	0.9425	0.4898	B
	07/27/2008 11:30	0.4202	0.9425	0.4899	B
10	07/28/2008 10:20	0.7965	0.4655	0.8109	C
	07/28/2008 10:30	0.7973	0.4674	0.8115	C
	07/28/2008 10:40	0.7974	0.4681	0.8115	C
	07/28/2008 10:50	0.7974	0.4681	0.8115	C
	07/28/2008 11:00	0.7974	0.4681	0.8115	C

จากข้อมูลในตารางที่ 5.10 และ 5.11 พบว่าค่า  $P_{sr}$  ที่มีค่ามากกว่า 1 มีจำนวน 20 ครั้ง มีทั้งแบบค่า  $P_{sr}$  มากกว่า 1 เฟสเดียว สองเฟส และทั้งสามเฟส ส่วนค่า  $P_{ll}$  ที่มีค่ามากกว่า 0.8 มีจำนวน 10 ชุด (เนื่องจากการคำนวณค่า  $P_{ll}$  มาจากค่า  $P_{sr}$  ที่มีค่าเท่ากับ 2 ชั่วโมงหรือค่า  $P_{sr}$  จำนวน 12 ค่า) ค่า  $P_{ll}$  ที่มีค่ามากกว่า 0.8 มีทั้งแบบเฟสเดียวและทั้งสามเฟส และโดยส่วนมากพบว่าเมื่อเฟสใดเฟสหนึ่งมีค่า  $P_{sr}$  มากกว่า 1 ก็อาจจะส่งผลให้ค่า  $P_{ll}$  มากกว่า 0.8 ด้วย เป็นจำนวน 12 ค่า

หลังจากรู้ค่า  $P_{sr}$  ที่มีค่ามากกว่า 1 มีจำนวน 20 ครั้ง มีทั้งแบบค่า  $P_{sr}$  มากกว่า 1 เฟสเดียว สองเฟส และทั้งสามเฟส ส่วนค่า  $P_{ll}$  ที่มีค่ามากกว่า 0.8 มีจำนวน 10 ชุด มีทั้งแบบค่า  $P_{ll}$  มากกว่า 0.8 เฟสเดียวและทั้งสามเฟส ก็ได้เข้าไปดูข้อมูลที่มีการไฟฟ้าแรงดันตกได้บันทึกไว้ในเบื้องต้นว่าในช่วงเวลานั้น ๆ ว่ามีเหตุการณ์อะไรเกิดขึ้นบ้างในสถานีย่อยไฟฟ้าบางโพงพางบ้าง ก็พบว่า

1. วันที่ 8 กรกฎาคม 2551 เวลา 22:50 น. (ครั้งที่ 4 ของตารางที่ 5.10) ที่ตู้ BPP411 มีสวิตช์ตักสับติดแต่ไม่ทราบสาเหตุ ซึ่งทำให้ค่า  $P_{sr}$  เฟส A เฟส B และเฟส C เท่ากับ 5.5039 1.0632 และ 1.8067 ตามลำดับ (ค่า  $P_{sr}$  ทั้ง 3 เฟส มากกว่า 1) และค่า  $P_{ll}$  เฟส A เฟส B และเฟส C เท่ากับ 2.4042 0.4699 และ 0.7910 ตามลำดับ (ค่า  $P_{ll}$  ในเฟส A มากกว่า 0.8 เฟสเดียว)

2. วันที่ 9 กรกฎาคม 2551 เวลา 15:30 น. (ครั้งที่ 6 ของตารางที่ 5.10) ที่ตู้ BPP411 มีสวิตช์ตักสับติดสาเหตุจาก Drop Fuse ขาด ซึ่งทำให้ค่า  $P_{sr}$  เฟส A เฟส B และเฟส C เท่ากับ 2.4965 0.7925 และ 1.5814 ตามลำดับ (ค่า  $P_{sr}$  ในเฟส A และ C มากกว่า 1) และค่า  $P_{ll}$  เฟส A เฟส B และเฟส C เท่ากับ 1.0912 0.3541 และ 0.6927 ตามลำดับ (ค่า  $P_{ll}$  ในเฟส A มากกว่า 0.8 เฟสเดียว)

3. วันที่ 20 กรกฎาคม 2551 เวลา 17:10 น. (ครั้งที่ 12 ของตารางที่ 5.10) ที่ตู้ BPP421 มีสวิตช์ตักสับติดสาเหตุจาก Drop Fuse ขาด ซึ่งทำให้ค่า  $P_{sr}$  เฟส A เฟส B และเฟส C เท่ากับ 2.3672 0.7805 และ 0.3245 ตามลำดับ (ค่า  $P_{sr}$  ในเฟส A มากกว่า 1 เฟสเดียว) และค่า  $P_{ll}$  เฟส A เฟส B และเฟส C เท่ากับ 1.0360 0.3515 และ 0.2821 ตามลำดับ (ค่า  $P_{ll}$  ในเฟส A มากกว่า 0.8 เฟสเดียว)

4. วันที่ 24 กรกฎาคม 2551 เวลา 03:20 น. (ครั้งที่ 13 ของตารางที่ 5.10) ระบบได้ทำ Switching โดยย้ายหม้อแปลงลูกที่ 1 ไปทางด้าน Bus A ซึ่งทำให้ค่า  $P_{sr}$  เฟส A เฟส B และเฟส C เท่ากับ 2.1137 2.0734 และ 2.1548 ตามลำดับ (ค่า  $P_{sr}$  ทั้ง 3 เฟส มากกว่า 1) และค่า  $P_{ll}$  เฟส A เฟส B และเฟส C เท่ากับ 0.9248 0.9075 และ 0.9427 ตามลำดับ (ค่า  $P_{ll}$  ทั้ง 3 เฟส มากกว่า 0.8)

ส่วนในช่วงเวลาอื่น ๆ ที่มีค่า  $P_{sr}$  มากกว่า 1 และค่า  $P_{ll}$  มากกว่า 0.8 ไม่ตรงกับข้อมูลที่มีการไฟฟ้านครหลวงได้บันทึกไว้ ดังนั้นเมื่อมีสวิตช์ตักสับติดหรือการ Switching ของหม้อแปลง (ข้อมูลของการไฟฟ้านครหลวง) อาจส่งผลทำให้ค่า  $P_{sr}$  มากกว่า 1 และค่า  $P_{ll}$  มากกว่า 0.8 ได้ เพราะในช่วงเวลานั้นอาจจะมีการลดลงของแรงดัน แต่จากข้อมูลในตารางที่ 5.10 ที่แสดงค่า  $P_{sr}$  ที่มีค่ามากกว่า 1 มีถึง 20 ครั้ง และตรงกับข้อมูลที่มีการไฟฟ้านครหลวงบันทึกไว้เพียง 4 ครั้ง จึงมีความจำเป็นที่จะต้องนำข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟมาพิจารณาด้วย หรืออาจจะใช้วิธีการหาทิศทางของการเกิดไฟกะพริบมาช่วยในการหาทิศทางในช่วงที่มีค่า  $P_{sr}$  มากกว่า 1 และค่า  $P_{ll}$  มากกว่า 0.8 ว่าเกิดจากผู้จ่ายไฟฟ้า (การไฟฟ้า) หรือผู้ใช้ไฟฟ้า เพื่อให้การวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดไฟกะพริบมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น