รายการอ้างอิง

[1] สำรวย สังข์สะอาด. เทคนิคการวัดแรงดันอิมพัลส์ 50%, ใบงานการทดลองไฟฟ้าแรงสูง, กรุงเทพมหานคร: คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

[2] IEC Publication No.52, Voltage Measurement by Means of Standard Air Gaps, 2002.

[3] Kuffel, E.; Zaengl, W.; and Kuffel, J. High Voltage Engineering Fundamentals 2nd edition, Oxford: Newnes, 2000.

[4] สำรวย สังข์สะอาด. วิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง, กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์, เมษายน 2547.

[5] สำรวย สังข์สะอาด. วิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง, กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์, 2528.

[6] ชำนาญ ห่อเกียรติ. วิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง, กรุงเทพมหานคร: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2522.

[7] Townsend, J.S. Electricity in gases. Oxford: Clarrendon Press, (1915): 44-55.

[8] Meek, J.M.; and Craggs, J.D. Electrical Breakdown of gases. Jonh Wiley & Sons: Page Bros, 1978.

[9] ANSOFT Corporation. Maxwell 2D Simulation User's Reference. Pittsburgh, May, 1995.

[10] มยุรี ศรีชัย. การวิเคราะห์การถดถอย, กรุงเทพมหานคร: วี. เจ. พริ้นติ้ง, พฤษภาคม 2540.

[11] Komson Petcharaks. Applicability of the Streamer Braeakdown Criterion to Inhomogeneous Gas Gaps. Ph. D. research in electrical engineering, Swiss Federal Institute of Technology. 1995.

[12] Raeher, H. Electron Avalanches and Breakdown in Gases. London Butterworth: Butterworth & Co, 1964.

[13] บุญรอด อาสาสะนา. ฟิสิกส์2 สำหรับวิศวกร, นครราชสีมา: บี.พี.เฮาส์, (2546): 72-75.

[14] ไชยยะ แช่มช้อย. หลักสูตรพื้นฐานการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง, เอกสารการบรรยายการอบรม, 12 – 16 กรกฎาคม 2547.

[15] Wanner F. Schmidt , Wolfram Klein and Ulrich Sowada Laser-Induced Emission of Electron from a Silicone Oil Surface and Electron Multiplication in the Gas Phase, International Conference on Conduction and Breakdown in Dielectric Liquid, (1993): 372-375.

[16] Xin Miao Zhao , Jean-Claude Diels , Cai Yi Wong and Jean M. Elizondo, Femtosecond Ultraviolet Laser Pulse Induced Lightning Discharge in Gases, IEEE Journal of Quantum Electronics, 31, 3, (1995): 599-612.

[17] Hiziroglu , H.R.; and Sebo , S.A. Calculation of Breakdown Voltages of Short Air Gap, 2000 Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena, (2000): 435-438.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

หลอดไฟที่ให้แสงอุลต้าไวโอเลท (Ultra-violet Lamp)

หลอดไฟที่ประดิษฐ์ เพื่อใช้ในงานเฉพาะเจาะจง หรือเพื่องานอุตสาหกรรมบางประเภท อาจจะให้แสงปกติ (Visible Light) และบางประเภทให้แสงที่ตาคนปกติมองไม่เห็น (Non-Visible Light) อย่างเช่น:

1. รังสีอินฟาเรด (Infrared Radiation) หรือ ความร้อน
2. รังสีอัลต้าไวโอเลต (Ultraviolet Radiation)

รังสีอุลต้าไวโอเลท (Ultraviolet Radiation : UV) เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สั้นช่วงต่อจากแสงสีม่วง(ระหว่างVisible Spectrum กับ X-ray) เป็นรังสีที่ตาคนมองไม่เห็น และไม่สามารถรับรู้ได้อย่างคลื่นรังสีอินฟาเรด(IR) แบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้ [14]

1. UV-A	ช่วงความยาวคลื่น	315-380	nm
2. UV-B	ช่วงความยาวคลื่น	280-315	nm
2. UV-C	ช่วงความยาวคลื่น	100-280	nm

UV-A เป็นรังสีUV ที่ไม่ค่อยมีอันตรายมากนัก สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน โดยเฉพาะทางด้านเคมี, ฟิสิกส์

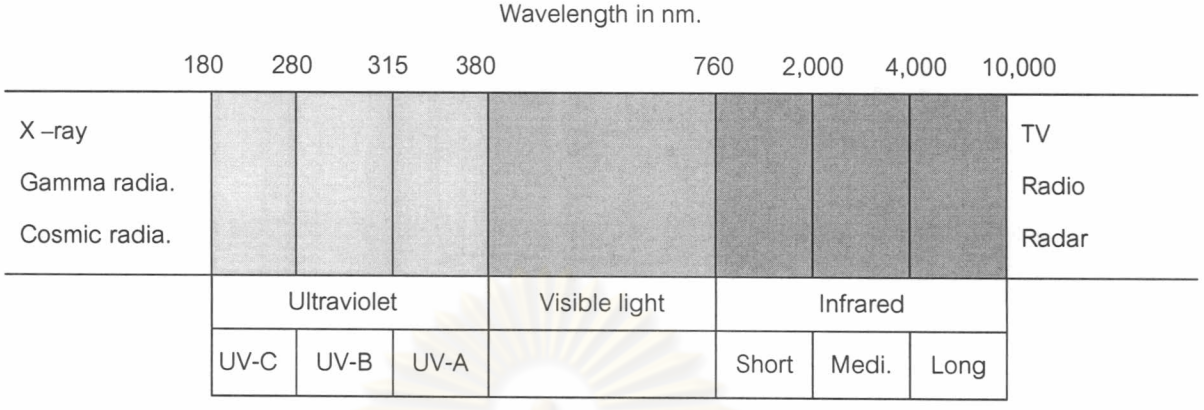
ส่วน UV-B มีผลต่อร่างกายและสิ่งของได้ ก่อให้เกิดการไหม้ของผิวหนัง (Sunburn or Erythema) หรือ เยื่อบุตาอักเสบของตาดำได้แต่มีคุณประโยชน์ในการรักษาโรคผิวหนังบางชนิดได้ รวมถึงการประยุกต์ในงานอุตสาหกรรมเคมี

ส่วน UV-C เป็นรังสีที่มีอันตรายต่อร่างกายอย่างรุนแรง เช่น ผิวแดงไหม้เกรียม (Erythema) หรือเยื่อบุตาอักเสบ (Conjunctivitis) ซึ่งเราประยุกต์มาทำประโยชน์ในการฆ่าเชื้อโรคได้

ความยาวคลื่น (Wave length) มีหน่วยนับเป็นนาโนเมตร (1 Nano-Meter = 10^{-9} Meter) และมีค่าผกผันกลับของค่าความถี่ (Frequency)

โดยหลอดไฟที่ให้แสงUV ได้แก่หลอดประเภท High-pressure Mercury-Vapour, Metal-halide, Fluorescent Actinic lamp

Spectrum of electromagnetic radiation



หลอดที่ใช้ในงานวิจัยมีรายละเอียดดังนี้

ประเภทหลอด High pressure mercury vapour lamps

ยี่ห้อ PHILIPS รุ่น POWERTONE HPL-N 400 WATT

ติดตั้งหลอดร่วมกับบัลลาสต์ที่เหมาะสมเช่น

ยี่ห้อ WS VOSSLOH SCHWABE รุ่น NaHj 400.162

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

แรงดันเบรกดาวน์ที่ได้จากการทดลอง

เมื่อทำการส่องแสงอัลต้าไวโอเลทในการทดลอง ต้องการให้แสงกระทบจุดสปาร์กมีเส้นผ่าศูนย์กลางอย่างน้อยสุด 1.5 ซ.ม. บนทรงกลม ซึ่งทำได้โดยการปรับแกนแนวระนาบ(x) และแนวตั้ง(y) ของโครงเหล็กที่ใส่หลอดUV ดังตารางที่ ข.1

ค่าทางสถิติของข้อมูล ประกอบด้วย แรงดันเฉลี่ยของ $U_{b50\%}$ และ U_0 แรงดันที่ทำให้เกิดเบรกดาวน์ที่สภาวะมาตรฐาน ของข้อมูลแสดงดังตารางที่ ข.2 ถึง ข.27

ตารางที่ ข.1 ข้อมูลปรับระยะโครงเหล็กที่ใส่หลอดUV

ระยะแกป(ซ.ม.)	แนวแกน x	แนวแกน y	เส้นผ่าศูนย์กลางแสงUV
1	15	7.5	1.5
1.2	15	7.7	1.5
1.4	15	8.4	1.5
1.5	15	8.5	1.5
1.6	15	8.6	1.5
1.8	15	10.3	2
2	15	10.5	2
2.2	15	10.7	2
2.4	15	11.9	2
2.6	15	12.1	2
2.8	15	12.3	2
3	15	13.5	2
3.5	15	14	2.5
4	15	14.5	2.5
4.5	15	15	2.5
5	14	14	2.5
5.5	15	14.5	2.5
6	15	16	3
6.5	15	16.5	3
7	15	17.5	3
7.5	15	18	3
8	15	19	3
9	15	21	3
10	15	22	3
11	15	23	3
12	15	24	3

ตารางที่ ข.2 แรงดันเบรกดาวน์อิมพัลส์จากการทดลอง ที่ g = 1 ซ.ม.

No.	Positive impulse breakdown voltage (kv)		Negative impulse breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	30.80	30.48	30.48	30.48
2	30.48	30.16	30.16	30.16
3	30.80	30.16	30.48	30.16
4	30.48	29.83	30.16	30.16
5	30.80	30.16	30.48	30.16
6	30.48	29.51	30.16	29.83
7	30.48	30.48	30.16	30.48
8	29.51	29.51	30.16	30.16
9	30.80	30.16	30.16	30.16
10	30.16	30.16	30.16	30.16
11	30.48	29.83	30.48	30.16
12	29.51	30.16	30.16	29.83
13	30.80	30.16	30.48	30.16
14	30.16	30.48	30.16	30.16
15	30.16	30.48	30.16	30.16
16	30.16	30.48	30.16	30.16
17	30.48	30.80	30.16	30.16
18	30.48	30.48	30.16	30.16
19	30.48	30.80	30.16	30.16
20	30.16	30.48	30.16	30.16
$U_{b\,50\%}$	30.37	30.24	30.24	30.16
U_0	31.07	30.92	30.85	30.77

ตารางที่ ข.3 แรงดันเบรกดาวน์อิมพัลส์จากการทดลอง ที่ g = 1.2 ซ.ม.

No.	Positive impulse breakdown voltage (kv)		Negative impulse breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	36.25	36.25	36.57	36.25
2	35.93	35.93	35.93	35.61
3	36.25	36.25	35.93	35.93
4	35.93	35.93	35.61	35.93
5	36.25	35.93	36.57	36.25
6	35.93	35.93	35.93	35.29
7	36.25	36.25	35.93	36.57
8	35.92	35.93	35.29	35.93
9	35.93	35.93	35.93	35.93
10	35.93	35.93	35.29	35.93
11	36.25	36.25	36.57	36.57
12	35.93	35.93	35.61	35.61
13	36.25	35.93	35.93	35.93
14	35.93	36.25	35.29	35.29
15	36.25	35.93	35.93	35.93
16	35.93	35.93	35.61	35.29
17	36.25	36.25	36.25	35.93
18	35.93	35.93	35.93	35.29
19	35.93	36.25	36.57	35.93
20	35.93	36.25	35.29	35.93
$U_{b50\%}$	36.06	36.06	35.90	35.87
U_0	36.90	36.90	36.63	36.60

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.4 แรงดันเบรกดาวน์อิมพัลส์จากการทดลอง ที่ g = 1.4 ซ.ม.

No.	Positive impulse breakdown voltage (kv)		Negative impulse breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	40.10	40.10	39.46	39.46
2	39.78	39.78	39.14	39.14
3	40.10	40.10	39.46	39.46
4	39.78	39.78	39.14	39.14
5	40.10	40.10	39.46	39.46
6	39.78	39.78	39.14	39.14
7	40.10	40.10	39.46	39.46
8	39.78	39.78	39.14	39.14
9	40.10	40.10	39.46	39.46
10	39.78	39.78	39.14	39.14
11	40.10	40.10	39.78	39.46
12	39.78	40.42	39.46	39.46
13	40.10	40.10	39.78	39.46
14	39.78	39.78	39.14	39.14
15	40.10	40.10	39.46	39.46
16	39.78	39.78	39.14	39.46
17	40.10	40.10	39.46	39.46
18	39.78	39.78	39.14	39.14
19	40.10	39.78	39.46	39.46
20	39.78	39.78	39.14	39.14
$U_{b\,50\%}$	39.94	39.96	39.37	39.33
U_0	40.85	40.87	40.15	40.13

ตารางที่ ข.5 แรงดันเบรกดาวน์อิมพัลส์จากการทดลอง ที่ g = 1.5 ซ.ม.

No.	Positive impulse breakdown voltage (kv)		Negative impulse breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	44.59	43.63	42.02	42.02
2	44.27	42.67	41.70	41.38
3	44.59	43.63	42.67	42.67
4	44.59	42.67	41.70	40.74
5	44.27	43.95	43.31	42.02
6	44.59	42.67	41.38	41.70
7	43.31	43.95	42.67	42.67
8	44.27	42.67	40.74	41.06
9	42.35	43.31	42.02	42.02
10	42.35	42.67	41.70	41.70
11	44.27	43.31	43.63	42.02
12	44.27	43.63	41.70	41.70
13	43.31	42.67	42.02	42.02
14	43.31	43.63	41.38	41.70
15	43.63	42.02	42.02	41.70
16	43.63	42.67	41.38	41.38
17	44.59	42.67	42.02	41.70
18	44.59	42.67	41.06	41.06
19	44.91	42.67	42.02	42.02
20	44.59	42.67	40.74	40.74
$U_{b50\%}$	44.01	43.02	41.90	41.70
U_0	44.73	43.75	42.66	42.46

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.6 แรงดันเบรกดาวน์อิมพัลส์จากการทดลอง ที่ g = 1.6 ซ.ม.

No.	Positive impulse breakdown voltage (kv)		Negative impulse breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	47.16	46.52	49.08	48.12
2	45.55	45.55	48.12	47.48
3	46.20	46.20	48.44	48.12
4	45.55	45.55	47.48	45.55
5	46.52	46.52	49.08	48.44
6	46.20	45.87	47.48	47.16
7	46.52	46.20	48.12	48.44
8	45.55	45.55	47.16	46.84
9	47.16	44.27	49.08	49.08
10	45.55	44.91	47.48	47.48
11	46.52	44.27	48.44	49.08
12	45.55	44.59	47.16	47.80
13	46.20	43.63	49.08	48.76
14	45.55	43.31	47.48	47.48
15	47.16	44.27	49.40	49.08
16	45.23	45.55	47.80	47.16
17	46.52	44.91	49.08	49.08
18	46.20	45.55	47.48	47.48
19	47.16	46.20	48.44	49.08
20	45.55	45.55	47.16	47.80
$U_{b\,50\%}$	46.18	45.25	48.15	47.98
U_0	46.94	45.99	48.94	48.76

ตารางที่ ข.7 แรงดันเบรกดาวน์อิมพัลส์จากการทดลอง ที่ g = 1.8 ซ.ม.

No.	Positive impulse breakdown voltage (kv)		Negative impulse breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	51.97	51.65	53.25	53.57
2	49.72	50.04	52.93	53.25
3	52.29	51.01	53.25	53.57
4	50.37	50.37	53.25	53.25
5	51.65	50.69	53.25	53.57
6	50.04	51.65	53.25	53.25
7	51.97	51.01	53.25	53.25
8	50.69	50.04	53.25	53.25
9	51.65	51.01	53.25	52.93
10	49.72	50.04	53.25	53.25
11	51.01	50.04	52.93	52.93
12	50.04	49.72	53.25	53.25
13	50.04	49.72	52.93	52.93
14	51.65	49.72	53.25	52.93
15	51.01	51.01	52.93	52.93
16	52.61	49.08	53.25	52.93
17	50.69	48.76	52.93	52.93
18	49.72	49.08	53.25	52.93
19	50.04	49.72	52.93	51.33
20	51.65	49.08	53.25	52.29
$U_{b50\%}$	50.92	50.17	53.15	53.03
U_0	51.73	50.96	54.13	54.00

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.8 แรงดันเบรกดาวน์อิมพัลส์จากการทดลอง ที่ g = 2 ซ.ม.

No.	Positive impulse breakdown voltage (kv)		Negative impulse breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	57.42	57.42	59.03	58.39
2	56.46	56.14	58.71	58.06
3	58.06	57.10	59.03	58.71
4	56.46	56.46	58.71	58.39
5	58.06	57.42	58.71	58.39
6	57.10	56.46	58.39	58.06
7	54.54	57.10	58.71	58.39
8	56.46	56.46	58.71	58.39
9	57.42	54.86	59.03	58.71
10	58.06	55.50	58.39	58.06
11	57.42	54.86	58.71	58.39
12	57.10	55.50	59.03	58.06
13	58.06	54.86	59.03	58.06
14	56.14	54.54	58.39	58.06
15	57.42	54.86	58.71	58.06
16	57.10	55.50	58.71	58.39
17	58.06	54.86	59.03	58.06
18	56.46	56.46	59.03	58.06
19	57.10	54.54	58.71	58.06
20	56.46	56.14	58.71	58.06
$U_{b\,50\%}$	57.07	55.85	58.77	58.24
U_0	57.97	56.73	59.85	59.31

ตารางที่ ข.9 แรงดันเบรกดาวน์อิมพัลส์จากการทดลอง ที่ g = 2.2 ซ.ม.

No.	Positive impulse breakdown voltage (kv)		Negative impulse breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	62.88	63.52	64.16	63.52
2	62.24	62.24	63.20	63.20
3	62.88	63.52	64.16	64.16
4	62.24	61.91	63.20	63.52
5	62.88	61.27	64.16	63.84
6	63.84	60.31	63.84	63.52
7	63.52	60.31	64.48	63.84
8	61.91	59.03	64.80	63.20
9	62.88	60.31	64.16	64.16
10	61.91	59.03	63.52	63.52
11	62.88	60.31	63.84	63.52
12	63.84	59.03	63.20	63.52
13	62.24	60.95	63.52	62.88
14	61.91	61.91	63.20	63.52
15	62.24	61.27	64.48	63.20
16	61.91	61.27	63.84	63.52
17	62.88	60.31	63.84	62.56
18	63.52	59.03	64.48	63.20
19	63.52	60.31	64.16	63.20
20	61.91	58.71	63.20	63.20
$U_{b50\%}$	62.70	60.73	63.87	63.44
U_0	63.65	61.61	65.08	64.60

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.10 แรงดันเบรกดาวน์อิมพัลส์จากการทดลอง ที่ g = 2.4 ซ.ม.

No.	Positive impulse breakdown voltage (kv)		Negative impulse breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	68.33	68.65	68.97	68.97
2	67.37	68.33	68.01	68.01
3	68.33	68.65	68.65	68.97
4	67.37	67.69	68.01	68.65
5	67.69	66.73	68.97	67.69
6	66.73	67.69	68.33	68.01
7	68.33	66.73	68.97	67.69
8	66.73	67.69	68.01	68.01
9	68.33	66.73	67.69	67.37
10	67.37	66.73	68.33	68.33
11	68.33	66.41	68.97	67.69
12	69.29	67.69	68.33	68.33
13	68.65	66.73	68.97	67.69
14	66.73	67.69	68.65	68.65
15	68.33	66.73	69.61	68.01
16	66.73	68.33	68.01	67.05
17	68.33	67.37	68.33	67.69
18	67.37	67.69	68.33	67.05
19	68.65	66.73	68.97	68.01
20	67.37	68.33	68.01	67.05
$U_{b\,50\%}$	67.82	67.46	68.51	67.95
U_0	68.80	68.44	69.59	69.02

ตารางที่ ข.11 แรงดันเบรกดาวน์อิมพัลส์จากการทดลอง ที่ g = 2.6 ซ.ม.

No.	Positive impulse breakdown voltage (kv)		Negative impulse breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	72.82	72.82	73.78	74.43
2	70.58	70.58	73.46	73.46
3	72.82	72.18	73.78	74.43
4	71.22	72.82	74.75	73.46
5	72.82	72.82	73.78	74.10
6	73.78	71.22	72.82	72.82
7	72.18	71.86	74.10	74.75
8	71.86	71.22	73.46	73.14
9	72.82	70.26	74.43	74.75
10	72.82	71.22	73.46	72.82
11	72.18	70.58	93.03	72.50
12	71.22	71.22	74.75	72.82
13	72.82	72.18	73.78	72.50
14	73.78	72.82	73.14	73.46
15	73.14	72.18	73.46	72.82
16	71.86	71.22	74.43	71.54
17	72.18	72.82	73.46	72.82
18	72.82	70.58	72.82	71.86
19	72.82	72.82	73.78	72.50
20	71.86	71.22	73.14	71.86
$U_{b50\%}$	72.42	71.73	74.68	73.14
U_0	73.24	72.77	75.82	74.30

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.12 แรงดันเบรกดาวน์อิมพัลส์จากการทดลอง ที่ g = 2.8 ซ.ม.

No.	Positive impulse breakdown voltage (kv)		Negative impulse breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	77.95	76.99	80.20	79.56
2	76.99	76.67	78.92	77.63
3	77.63	76.99	78.92	79.24
4	76.99	76.67	77.31	78.28
5	77.63	76.99	76.35	79.88
6	76.67	76.67	77.31	78.28
7	77.95	76.03	77.63	77.63
8	76.99	76.67	76.67	78.28
9	77.63	76.99	76.67	77.31
10	78.60	76.67	80.84	78.60
11	77.63	76.99	79.88	77.31
12	77.95	76.67	78.92	78.92
13	77.63	76.99	79.88	78.28
14	76.99	76.67	79.24	77.95
15	77.63	76.03	78.92	78.28
16	76.99	76.67	79.24	77.63
17	77.95	76.99	79.56	78.28
18	76.67	76.67	78.92	77.63
19	77.63	76.99	79.88	76.99
20	76.99	76.67	78.92	77.95
$U_{b\,50\%}$	77.46	76.74	78.71	78.20
U_0	79.14	78.20	79.91	79.38

ตารางที่ ข.13 แรงดันเบรกดาวน์อิมพัลส์จากการทดลอง ที่ g = 3 ซ.ม.

No.	Positive impulse breakdown voltage (kv)		Negative impulse breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	83.09	81.48	84.69	84.69
2	81.48	80.20	84.05	83.73
3	82.12	81.48	84.69	85.01
4	81.16	80.52	84.05	84.05
5	82.12	81.48	84.69	84.69
6	81.48	82.45	84.05	83.73
7	83.09	82.12	84.69	84.05
8	81.48	80.52	83.41	83.73
9	82.45	82.12	84.37	84.05
10	81.16	80.52	84.69	83.73
11	80.52	81.16	84.05	84.69
12	80.52	80.52	84.69	83.41
13	81.48	81.48	84.05	82.77
14	81.16	80.20	84.69	83.41
15	82.12	81.16	84.05	82.45
16	81.48	80.52	84.69	83.73
17	82.12	81.48	84.05	82.77
18	81.48	82.45	84.69	81.80
19	82.45	82.12	84.05	82.77
20	81.16	80.52	84.69	81.80
$U_{b50\%}$	81.71	81.23	84.35	83.55
U_0	83.55	83.00	85.41	84.71

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.14 แรงดันเบรกดาวน์อิมพัลส์จากการทดลอง ที่ g = 3.5 ซ.ม.

No.	Positive impulse breakdown voltage (kv)		Negative impulse breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	95.28	95.28	96.88	96.88
2	94.64	94.64	95.28	94.96
3	95.28	95.28	96.88	96.24
4	94.64	93.99	96.24	95.28
5	95.28	95.28	97.20	95.92
6	94.64	96.24	95.92	97.20
7	95.28	95.28	96.88	97.20
8	94.64	94.64	95.92	95.92
9	95.28	94.64	96.88	94.32
10	94.64	94.64	95.60	95.28
11	95.28	93.99	94.96	93.99
12	94.64	94.64	95.28	95.92
13	95.28	93.99	95.92	94.64
14	94.64	93.35	95.28	94.96
15	95.28	93.99	94.96	94.32
16	94.64	93.35	95.28	93.35
17	95.28	93.99	96.88	94.32
18	94.64	93.35	95.28	94.96
19	95.28	93.99	94.96	94.32
20	94.64	93.35	95.28	93.99
$U_{b\,50\%}$	94.96	94.40	95.89	95.20
U_0	95.90	95.22	97.03	96.39

ตารางที่ ข.15 แรงดันเบรกดาวน์อิมพัลส์จากการทดลอง ที่ g = 4 ซ.ม.

No.	Positive impulse breakdown voltage (kv)		Negative impulse breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	108.75	107.47	106.83	107.47
2	106.83	106.83	104.90	105.86
3	108.11	108.11	106.83	107.79
4	106.83	107.47	105.86	106.18
5	108.75	106.83	106.83	107.47
6	107.47	108.11	106.51	105.86
7	108.11	107.47	106.83	107.79
8	107.47	107.47	107.79	106.51
9	108.11	106.83	106.51	105.54
10	106.83	106.83	107.79	108.75
11	108.11	108.11	106.83	104.90
12	106.83	107.47	108.43	107.79
13	108.75	106.83	107.47	105.86
14	107.47	106.83	107.47	107.47
15	108.11	107.47	108.75	105.54
16	107.47	106.83	107.47	105.86
17	108.75	108.11	105.86	104.90
18	106.83	106.83	107.79	105.86
19	108.75	108.11	106.51	104.90
20	107.47	106.83	108.75	106.83
$U_{b50\%}$	107.79	107.34	107.10	106.46
U_0	109.37	108.71	107.89	107.46

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.16 แรงดันเบรกดาวน์อิมพัลส์จากการทดลอง ที่ g = 4.5 ซ.ม.

No.	Positive impulse breakdown voltage (kv)		Negative impulse breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	123.83	122.22	117.09	118.05
2	121.58	120.94	116.13	116.77
3	123.83	121.90	116.13	117.73
4	121.58	120.30	119.66	114.85
5	123.19	120.94	116.13	118.05
6	121.58	123.19	118.70	116.77
7	122.55	120.94	116.77	117.73
8	121.58	123.19	117.73	114.85
9	123.19	120.94	115.17	117.73
10	121.58	122.55	118.70	115.49
11	123.19	121.58	114.85	118.70
12	124.47	120.30	117.73	115.17
13	123.19	120.30	116.77	118.05
14	124.47	120.94	118.05	117.73
15	125.11	121.58	117.09	116.77
16	123.83	123.19	117.73	118.05
17	123.19	121.58	116.77	116.77
18	123.83	122.55	118.70	117.73
19	124.47	121.58	116.13	116.77
20	123.83	120.94	117.73	117.73
$U_{b\,50\%}$	123.20	121.58	117.19	117.08
U_0	125.01	123.22	117.99	117.94

ตารางที่ ข.17 แรงดันเบรกดาวน์อิมพัลส์จากการทดลอง ที่ g = 5 ซ.ม.

No.	Positive impulse breakdown voltage (kv)		Negative impulse breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	133.13	128.96	129.92	129.28
2	132.17	127.36	128.32	128.32
3	133.13	128.96	129.92	129.28
4	131.53	126.72	128.00	128.32
5	130.57	128.32	130.24	129.60
6	132.17	128.96	128.96	128.32
7	130.57	127.36	128.32	129.60
8	131.53	128.96	128.96	128.32
9	129.92	124.15	128.32	129.92
10	131.53	130.57	128.96	128.00
11	128.96	127.36	128.00	129.28
12	130.57	128.96	129.28	128.00
13	128.96	126.72	128.32	128.96
14	131.53	127.36	128.96	128.32
15	128.96	126.72	128.32	128.32
16	132.17	130.57	128.96	128.00
17	129.92	127.36	128.32	128.00
18	131.53	128.96	129.28	128.32
19	133.13	128.32	128.32	127.04
20	133.77	128.96	128.32	128.32
$U_{b50\%}$	131.29	128.08	128.80	128.58
U_0	134.85	131.65	130.51	129.96

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.18 แรงดันเบรกดาวน์อิมพัลส์จากการทดลอง ที่ g = 5.5 ซ.ม.

No.	Positive impulse breakdown voltage (kv)		Negative impulse breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	149.81	141.79	137.94	137.94
2	149.17	140.19	137.62	137.62
3	150.78	142.76	137.94	137.94
4	149.17	145.96	137.94	137.62
5	146.61	141.79	137.94	137.94
6	148.21	142.76	136.66	137.94
7	146.61	145.00	137.94	136.98
8	147.57	146.61	137.94	137.94
9	146.61	145.00	137.94	136.98
10	148.21	143.40	136.98	137.62
11	146.61	142.76	137.94	137.62
12	149.81	143.40	137.94	137.94
13	146.61	142.76	137.62	137.62
14	148.21	144.36	137.94	137.94
15	147.57	145.00	137.62	136.98
16	145.32	143.40	137.94	137.94
17	148.21	145.96	137.94	137.62
18	145.96	144.36	136.98	136.98
19	146.61	142.76	137.94	137.62
20	145.96	144.36	136.66	136.98
$U_{b\,50\%}$	147.68	143.72	137.67	137.59
U_0	151.39	147.62	139.50	139.42

ตารางที่ ข.19 แรงดันเบรกดาวน์อิมพัลส์จากการทดลอง ที่ g = 6 ซ.ม.

No.	Positive impulse breakdown voltage (kv)		Negative impulse breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	163.61	153.98	143.72	142.44
2	160.40	152.38	142.44	141.79
3	162.00	153.02	143.72	142.44
4	160.40	154.63	142.44	141.47
5	159.44	153.98	143.72	143.72
6	158.80	154.63	143.72	142.44
7	160.40	156.23	142.44	142.44
8	158.80	155.59	142.44	141.47
9	159.44	157.19	141.79	142.44
10	158.80	156.23	142.44	142.44
11	159.44	155.59	141.47	141.47
12	158.80	156.23	142.44	142.44
13	157.83	154.63	141.15	141.47
14	155.59	155.59	142.44	141.47
15	157.19	152.38	141.79	142.44
16	157.83	151.42	142.44	141.47
17	159.44	154.63	141.15	142.44
18	162.00	153.98	136.98	141.79
19	159.44	150.78	137.94	142.44
20	158.80	151.42	136.66	141.15
$U_{b50\%}$	159.42	154.23	141.67	142.08
U_0	162.56	157.36	145.17	145.70

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.20 แรงดันเบรกดาวน์อิมพัลส์จากการทดลอง ที่ g = 6.5 ซ.ม.

No.	Positive impulse breakdown voltage (kv)		Negative impulse breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	173.23	168.10	153.02	153.02
2	171.31	166.50	153.02	152.06
3	172.27	168.10	154.30	153.02
4	174.19	167.14	152.06	150.78
5	171.31	165.85	153.02	153.02
6	170.34	167.14	152.06	153.02
7	172.27	165.85	153.02	153.02
8	169.38	165.21	152.06	150.78
9	167.46	165.85	153.02	153.02
10	166.82	163.61	152.06	150.78
11	166.82	164.25	153.02	153.02
12	167.46	165.85	152.06	150.78
13	167.46	165.21	153.02	153.02
14	170.34	164.25	152.06	152.06
15	172.27	165.21	153.02	153.02
16	174.19	162.65	153.02	152.06
17	172.27	162.00	152.06	153.02
18	173.23	164.25	152.06	152.06
19	172.27	165.21	153.02	153.02
20	173.23	163.61	152.06	152.06
$U_{b\,50\%}$	170.91	165.29	152.65	152.33
U_0	173.83	168.23	155.78	155.77

ตารางที่ ข.21 แรงดันเบรกดาวน์อิมพัลส์จากการทดลอง ที่ g = 7 ซ.ม.

No.	Positive impulse breakdown voltage (kv)		Negative impulse breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	181.25	172.27	162.00	162.65
2	179.33	171.31	160.08	160.08
3	180.61	172.27	163.61	162.65
4	181.25	172.27	160.08	160.08
5	183.18	170.34	162.00	161.36
6	182.21	172.27	161.36	162.65
7	183.18	171.31	162.65	159.12
8	182.21	172.27	160.08	162.65
9	180.61	171.31	162.65	159.12
10	182.86	171.63	160.08	162.65
11	183.18	172.27	161.36	161.36
12	181.25	171.31	160.08	158.15
13	183.82	172.27	161.36	161.36
14	182.21	171.31	159.12	158.15
15	183.82	172.27	161.36	161.36
16	183.18	171.31	161.36	160.08
17	183.18	169.38	162.65	162.65
18	183.18	171.31	160.08	160.08
19	180.61	172.27	162.65	161.36
20	182.21	171.31	160.08	159.12
$U_{b50\%}$	182.17	171.61	161.23	160.83
U_0	184.60	174.68	164.20	164.11

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.22 แรงดันเบรกดาวน์อิมพัลส์จากการทดลอง ที่ g = 7.5 ซ.ม.

No.	Positive impulse breakdown voltage (kv)		Negative impulse breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	189.27	181.89	168.42	169.70
2	187.99	180.29	168.42	167.14
3	189.27	181.25	168.42	167.14
4	188.31	181.89	169.70	169.70
5	189.91	184.78	168.42	167.14
6	188.31	182.86	169.70	169.70
7	189.91	183.82	168.42	167.14
8	191.84	182.21	169.70	168.42
9	190.88	183.82	168.42	167.14
10	188.31	182.86	167.14	168.42
11	190.88	184.78	168.42	168.42
12	189.91	181.89	167.14	165.53
13	188.31	183.82	168.42	168.42
14	189.91	185.42	167.14	165.53
15	188.31	184.78	168.42	168.42
16	189.91	182.86	167.14	167.14
17	189.27	183.82	168.42	168.42
18	189.91	181.89	167.14	169.70
19	189.27	184.78	168.42	168.42
20	188.31	181.89	167.14	169.70
$U_{b\,50\%}$	189.40	183.08	168.23	168.07
U_0	191.26	185.52	170.57	170.94

ตารางที่ ข.23 แรงดันเบรกดาวน์อิมพัลส์จากการทดลอง ที่ g = 8 ซ.ม.

No.	Positive impulse breakdown voltage (kv)		Negative impulse breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	197.29	188.31	175.48	174.52
2	195.37	187.35	173.23	172.59
3	196.33	188.31	174.52	174.52
4	195.37	186.71	173.23	172.59
5	197.29	187.35	174.52	173.23
6	195.37	188.31	173.23	172.59
7	197.29	186.71	174.52	173.23
8	197.29	187.35	173.23	172.59
9	195.37	189.27	174.52	173.23
10	197.29	188.63	173.23	172.59
11	198.90	189.27	174.52	173.23
12	197.93	188.31	172.59	172.59
13	197.93	189.91	174.52	174.52
14	197.93	190.88	173.23	173.23
15	198.90	189.91	174.52	174.52
16	197.93	190.88	171.95	173.23
17	196.01	189.59	174.52	174.52
18	194.40	191.52	173.23	173.23
19	195.37	189.91	174.52	174.52
20	197.93	191.84	173.23	173.23
$U_{b50\%}$	196.87	189.01	173.83	173.42
U_0	197.77	189.92	177.64	177.23

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.24 แรงดันเบรกดาวน์อิมพัลส์จากการทดลอง ที่ g = 9 ซ.ม.

No.	Positive impulse breakdown voltage (kv)		Negative impulse breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	213.33	200.50	192.48	189.59
2	211.73	197.29	187.99	189.59
3	213.01	198.90	192.48	189.59
4	213.01	197.29	187.99	189.59
5	213.65	197.93	189.59	189.59
6	215.58	198.90	187.99	187.99
7	212.37	197.29	189.59	189.59
8	215.58	197.93	187.99	187.99
9	211.73	199.86	189.59	189.59
10	210.77	197.93	187.99	187.99
11	212.69	197.29	189.59	189.59
12	211.73	197.61	187.99	187.99
13	212.69	199.86	189.59	189.59
14	214.62	201.78	187.99	187.99
15	212.69	199.86	189.59	189.59
16	214.62	198.90	187.99	187.99
17	212.69	199.86	189.59	190.88
18	214.62	198.90	187.99	187.99
19	213.65	199.86	189.59	190.88
20	214.62	197.93	187.99	187.99
$U_{b\,50\%}$	213.27	198.78	189.08	189.08
U_0	215.14	200.95	193.09	193.09

ตารางที่ ข.25 แรงดันเบรกดาวน์อิมพัลส์จากการทดลอง ที่ g = 10 ซ.ม.

No.	Positive impulse breakdown voltage (kv)		Negative impulse breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	225.20	212.69	202.10	200.82
2	223.28	211.73	200.82	200.82
3	226.16	212.69	202.10	200.82
4	223.28	211.73	200.82	200.82
5	226.16	212.69	202.10	202.10
6	223.28	215.90	200.82	200.82
7	224.24	213.65	200.82	200.82
8	227.45	212.69	203.07	200.82
9	225.20	209.48	202.10	202.10
10	224.24	209.48	203.07	199.86
11	224.88	210.44	202.10	198.58
12	227.45	211.73	202.10	199.86
13	224.24	213.65	203.07	198.58
14	225.20	212.69	202.10	200.82
15	224.88	208.52	202.10	202.10
16	223.92	209.48	198.58	199.86
17	223.28	211.73	200.82	200.82
18	224.24	214.62	202.10	200.82
19	227.77	212.69	200.82	202.10
20	225.20	214.62	202.10	199.86
$U_{b50\%}$	224.98	212.15	201.69	200.66
U_0	228.07	215.20	205.42	204.51

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.26 แรงดันเบรกดาวน์อิมพัลส์จากการทดลอง ที่ g = 11 ซ.ม.

No.	Positive impulse breakdown voltage (kv)		Negative impulse breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	241.24	229.05	213.97	213.97
2	238.03	227.13	212.05	212.05
3	239.96	229.37	213.97	212.05
4	237.39	227.13	212.05	211.41
5	237.07	224.56	213.97	211.41
6	238.03	224.88	212.05	211.41
7	241.88	230.33	213.33	211.41
8	237.39	228.09	213.97	213.97
9	239.96	231.30	213.97	212.05
10	236.11	227.13	214.29	213.97
11	239.32	227.13	213.97	212.05
12	237.07	223.92	213.97	212.05
13	237.39	227.13	213.33	212.05
14	240.28	223.92	209.80	211.41
15	243.81	222.96	212.05	212.05
16	241.56	222.96	216.22	211.41
17	239.64	225.84	213.33	212.05
18	241.56	223.92	213.97	212.05
19	238.35	227.13	213.97	212.05
20	237.39	222.96	213.97	213.97
$U_{b\,50\%}$	239.17	226.34	213.41	212.24
U_0	241.93	229.09	216.93	216.02

ตารางที่ ข.27 แรงดันเบรกดาวน์อิมพัลส์จากการทดลอง ที่ g = 12 ซ.ม.

No.	Positive impulse breakdown voltage (kv)		Negative impulse breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	247.34	239.00	226.16	227.45
2	246.05	236.75	225.20	225.20
3	248.62	238.35	226.16	226.16
4	249.58	235.47	225.20	225.20
5	247.66	235.47	225.20	225.20
6	253.11	236.75	229.69	225.20
7	248.62	234.50	225.20	225.20
8	249.58	238.03	227.45	225.20
9	253.11	234.50	228.73	225.20
10	249.58	238.03	227.45	225.20
11	253.11	233.54	229.69	227.45
12	252.15	235.79	227.45	225.20
13	249.58	238.03	229.69	225.20
14	246.70	235.15	226.16	222.96
15	247.34	234.18	229.69	225.20
16	249.58	235.15	227.45	225.20
17	247.34	233.86	229.69	226.16
18	249.58	237.07	225.20	225.20
19	248.94	233.86	229.69	225.20
20	248.62	234.50	227.45	225.20
$U_{b50\%}$	249.31	235.90	227.43	225.41
U_0	254.51	238.24	229.87	228.98

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.28 แรงดันเบรกดาวน์กระแสสลับจากการทดลอง ที่ g = 1 ซ.ม.

No.	AC breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	29.37	29.33
2	29.71	29.33
3	29.97	29.22
4	29.45	29.30
5	29.71	29.07
$U_{b50\%}$ (peak value)	29.64	29.25
U_0	30.16	29.76

ตารางที่ ข.29 แรงดันเบรกดาวน์กระแสสลับจากการทดลอง ที่ g = 1.2 ซ.ม.

No.	AC breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	34.07	33.44
2	34.11	33.48
3	34.33	33.33
4	33.62	33.29
5	33.29	33.25
$U_{b50\%}$ (peak value)	33.89	33.36
U_0	34.48	33.94

ตารางที่ ข.30 แรงดันเบรกดาวน์กระแสสลับจากการทดลอง ที่ g = 1.4 ซ.ม.

No.	AC breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	38.51	37.47
2	38.77	38.44
3	38.66	38.48
4	38.74	38.44
5	38.48	37.39
$U_{b50\%}$ (peak value)	38.63	38.04
U_0	39.16	38.56

ตารางที่ ข.31 แรงดันเบรกดาวน์กระแสสลับจากการทดลอง ที่ g = 1.5 ซ.ม.

No.	AC breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	44.33	43.36
2	43.92	43.14
3	43.77	42.62
4	43.25	42.58
5	43.33	42.58
$U_{b50\%}$ (peak value)	43.72	42.86
U_0	44.30	43.42

ตารางที่ ข.32 แรงดันเบรกดาวน์กระแสสลับจากการทดลอง ที่ g = 1.6 ซ.ม.

No.	AC breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	46.20	45.79
2	46.54	45.57
3	46.46	45.42
4	45.90	45.49
5	46.20	45.34
$U_{b50\%}$ (peak value)	46.26	45.52
U_0	46.87	46.18

ตารางที่ ข.33 แรงดันเบรกดาวน์กระแสสลับจากการทดลอง ที่ g = 1.8 ซ.ม.

No.	AC breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	52.36	52.21
2	51.98	51.80
3	52.10	51.72
4	52.43	51.61
5	52.36	51.39
$U_{b50\%}$ (peak value)	52.24	51.74
U_0	52.59	52.08

ตารางที่ ข.34 แรงดันเบรกดาวน์กระแสสลับจากการทดลอง ที่ g = 2 ซ.ม.

No.	AC breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	56.98	57.24
2	57.10	57.10
3	57.54	56.98
4	57.54	56.80
5	57.73	56.50
$U_{b50\%}$ (peak value)	57.38	56.92
U_0	57.78	57.33

ตารางที่ ข.35 แรงดันเบรกดาวน์กระแสสลับจากการทดลอง ที่ g = 2.2 ซ.ม.

No.	AC breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	62.36	61.91
2	63.07	61.24
3	62.28	60.60
4	62.47	60.68
5	62.95	59.89
$U_{b50\%}$ (peak value)	62.63	60.86
U_0	63.07	61.30

ตารางที่ ข.36 แรงดันเบรกดาวน์กระแสสลับจากการทดลอง ที่ g = 2.4 ซ.ม.

No.	AC breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	66.57	64.67
2	67.28	65.53
3	67.24	65.34
4	67.36	64.93
5	66.87	65.53
$U_{b50\%}$ (peak value)	67.07	65.20
U_0	67.65	65.76

ตารางที่ ข.37 แรงดันเบรกดาวน์กระแสสลับจากการทดลอง ที่ g = 2.6 ซ.ม.

No.	AC breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	74.22	70.98
2	74.60	70.34
3	73.81	70.34
4	73.14	69.82
5	72.73	69.33
$U_{b50\%}$ (peak value)	73.70	70.16
U_0	74.34	70.77

ตารางที่ ข.38 แรงดันเบรกดาวน์กระแสสลับจากการทดลอง ที่ g = 2.8 ซ.ม.

No.	AC breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	76.95	75.68
2	77.77	74.71
3	77.58	74.52
4	77.66	74.60
5	77.06	74.60
$U_{b50\%}$ (peak value)	77.40	74.82
U_0	78.11	75.51

ตารางที่ ข.39 แรงดันเบรกดาวน์กระแสสลับจากการทดลอง ที่ g = 3 ซ.ม.

No.	AC breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	82.73	80.72
2	82.73	80.23
3	83.10	80.12
4	82.77	79.52
5	83.10	79.37
$U_{b50\%}$ (peak value)	82.89	79.99
U_0	83.65	80.73

ตารางที่ ข.40 แรงดันเบรกดาวน์กระแสสลับจากการทดลอง ที่ g = 3.5 ซ.ม.

No.	AC breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	94.33	89.45
2	104.00	88.85
3	104.00	88.63
4	103.78	88.29
5	103.51	88.14
$U_{b50\%}$ (peak value)	101.92	88.67
U_0	103.20	89.78

ตารางที่ ข.41 แรงดันเบรกดาวน์กระแสสลับจากการทดลอง ที่ g = 4 ซ.ม.

No.	AC breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	103.74	100.31
2	104.00	100.38
3	104.00	99.67
4	103.78	99.86
5	103.51	99.30
$U_{b50\%}$ (peak value)	103.81	99.90
U_0	105.33	101.37

ตารางที่ ข.42 แรงดันเบรกดาวน์กระแสสลับจากการทดลอง ที่ g = 4.5 ซ.ม.

No.	AC breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	114.41	111.05
2	113.18	110.23
3	112.06	109.52
4	113.25	108.70
5	113.78	108.48
$U_{b50\%}$ (peak value)	113.34	109.60
U_0	115.07	111.37

ตารางที่ ข.43 แรงดันเบรกดาวน์กระแสสลับจากการทดลอง ที่ g = 5 ซ.ม.

No.	AC breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	123.40	120.49
2	123.07	120.01
3	121.84	120.34
4	122.02	119.60
5	122.36	120.34
$U_{b50\%}$ (peak value)	122.54	120.16
U_0	124.89	122.46

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.44 แรงดันเบรกดาวน์กระแสสลับจากการทดลอง ที่ g = 5.5 ซ.ม.

No.	AC breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	132.02	130.12
2	132.95	128.78
3	132.77	130.08
4	134.63	130.23
5	133.25	130.57
$U_{b50\%}$ (peak value)	133.13	129.95
U_0	135.55	132.32

ตารางที่ ข.45 แรงดันเบรกดาวน์กระแสสลับจากการทดลอง ที่ g = 6 ซ.ม.

No.	AC breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	141.43	137.10
2	141.28	137.54
3	143.59	135.75
4	141.31	136.05
5	139.82	135.57
$U_{b50\%}$ (peak value)	141.48	136.40
U_0	144.15	138.97

ตารางที่ ข.46 แรงดันเบรกดาวน์กระแสสลับจากการทดลอง ที่ g = 6.5 ซ.ม.

No.	AC breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	150.49	146.54
2	147.47	146.8
3	146.8	147.06
4	148.44	146.95
5	149.97	147.28
$U_{b50\%}$ (peak value)	148.63	146.93
U_0	151.52	149.78

ตารางที่ ข.47 แรงดันเบรกดาวน์กระแสสลับจากการทดลอง ที่ g = 7 ซ.ม.

No.	AC breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	159.04	153.44
2	157.84	150.79
3	157.51	151.24
4	157.84	151.35
5	157.02	151.87
$U_{b50\%}$ (peak value)	157.85	151.74
U_0	161.02	154.78

ตารางที่ ข.48 แรงดันเบรกดาวน์กระแสสลับจากการทดลอง ที่ g = 7.5 ซ.ม.

No.	AC breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	165.27	162.62
2	165.27	161.05
3	164.22	160.31
4	164.71	160.68
5	167.17	160.94
$U_{b50\%}$ (peak value)	165.33	161.12
U_0	168.65	164.35

ตารางที่ ข.49 แรงดันเบรกดาวน์กระแสสลับจากการทดลอง ที่ g = 8 ซ.ม.

No.	AC breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	172.06	169.49
2	174.19	166.5
3	174.19	165.34
4	164.71	165.34
5	170.08	162.96
$U_{b50\%}$ (peak value)	171.05	165.93
U_0	174.48	169.26

ตารางที่ ข.50 แรงดันเบรกดาวน์กระแสสลับจากการทดลอง ที่ g = 9 ซ.ม.

No.	AC breakdown voltage (kv)	
	Ultraviolet off	Ultraviolet on
1	185.34	179.34
2	187.1	174.49
3	186.28	182.06
4	187.32	182.06
5	182.43	176.05
$U_{b50\%}$ (peak value)	185.69	178.80
U_0	189.42	182.39

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.51 แรงดันเบรกดาวน์ที่ภาวะอากาศมาตรฐานตาม IEC Publ.52

(ทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 cm)

Gap (cm.)	Peak value of disruptive discharge voltages in kilovolts	
	Positive Standard Impulses	Negative Standard Impulses
1	31.7	31.7
1.2	37.4	37.4
1.4	42.9	42.9
1.5	45.5	45.5
1.6	48.1	48.1
1.8	53.5	53.5
2	59	59
2.2	64.5	64.5
2.4	70	70
2.6	75.5	75.5
2.8	81	81
3	86	86
3.5	99	99
4	112	112
4.5	125	125
5	138	137
5.5	151	149
6	163	161
6.5	175	173
7	187	184
7.5	199	195
8	211	206
9	233	226
10	254	244
11	273	261
12	291	275

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค
การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นโค้งแบบโพลีโนเมียล
(Polynomial regression)

ในกรณีที่ตัวแปรเกณฑ์ Y มีค่าเปลี่ยนไปตามกำลังของตัวแปรอิสระ X หนึ่งตัว (Y เป็นฟังก์ชั่นกับกำลังของ X) การเปลี่ยนแปลงของค่า Y ตามกำลังต่างๆของค่า X นี้เรียกว่าการถดถอยแบบโพลีโนเมียล [10] ซึ่งเขียนเป็นตัวแบบได้ดังนี้

ตัวแบบของประชากร $Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2 + \ldots + \beta_k X^k + e$

ตัวแปรของกลุ่มตัวอย่าง $Y = b_0 + b_1 X + b_2 X^2 + \ldots + b_k X^k + e$

เมื่อ $\beta_0 , \beta_1 , \beta_2 , \ldots , \beta_k$ แทนค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของประชากร (Population regression coefficients)

$b_0 , b_1 , b_2 , \ldots , b_k$ แทนค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของกลุ่มตัวอย่าง (Sample regression coefficients)

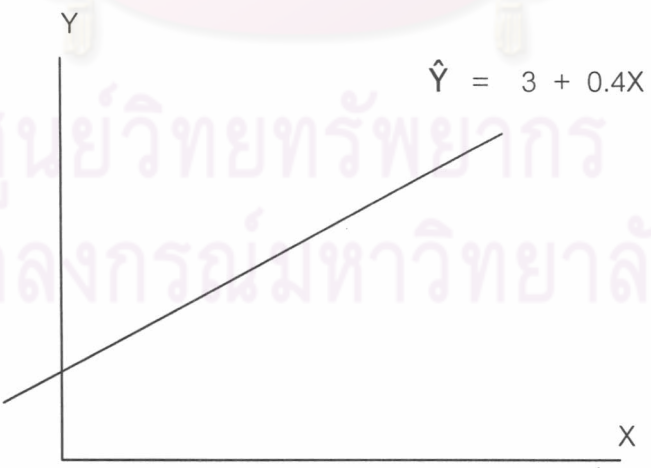
ลักษณะของเส้นโค้งแบบโพลีโนเมียลจะเป็นแบบใดขึ้นอยู่กับกำลังของ X (Degree of polynomial regression) กล่าวคือ

1) ถ้า X มีกำลังสูงสุดเป็น 1 (First degree)

นั่นคือ $Y = b_0 + b_1 X + e$

หรือ $\hat{Y} = b_0 + b_1 X$

เส้นถดถอยจะมีลักษณะเป็นเส้นตรง (Straight line)



รูปที่ ค.1 แสดงภาพตัวอย่างของสมการถดถอยแบบโพลีโนเมียลที่มีกำลังสูงสุดเป็น 1

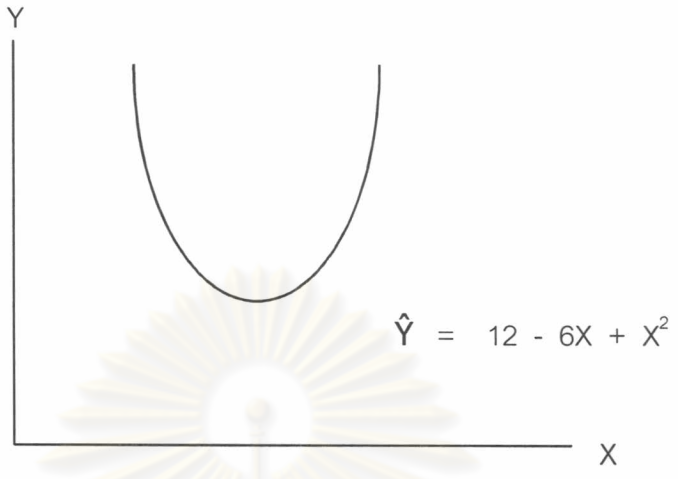
2) ถ้า X มีกำลังสูงสุดเป็น 2 (Second degree)

นั่นคือ $Y = b_0 + b_1 X + b_2 X^2 + e$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หรือ $\hat{Y} = b_0 + b_1X + b_2X^2$

เส้นถดถอยจะมีลักษณะเป็นเส้นโค้งมียอดเดียว (Parabola) ดังรูป



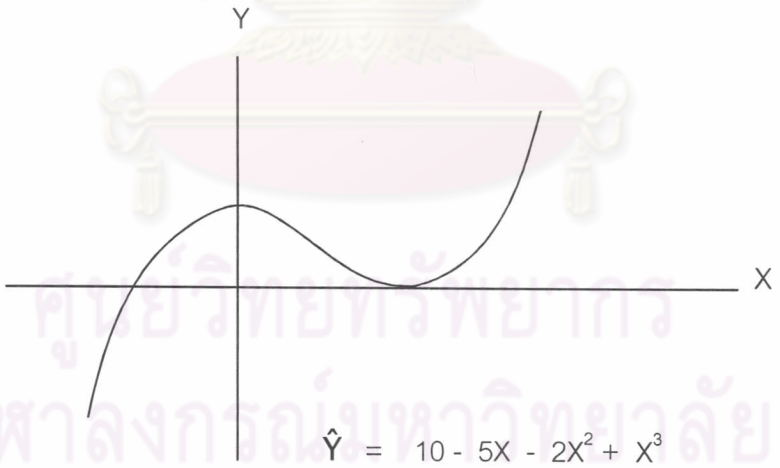
รูปที่ ค.2 แสดงภาพตัวอย่างของสมการถดถอยแบบโพลีโนเมียลที่มีกำลังสูงสุดเป็น 2

3) ถ้า X มีกำลังสูงสุดเป็น 3 (Third degree)

นั่นคือ $Y = b_0 + b_1X + b_2X^2 + b_3X^3 + e$

หรือ $\hat{Y} = b_0 + b_1X + b_2X^2 + b_3X^3$

เส้นถดถอยจะมีลักษณะเป็นเส้นโค้งมีสองยอด (Cubic parabola) ดังรูป



รูปที่ ค.3 แสดงภาพตัวอย่างของสมการถดถอยแบบโพลีโนเมียลที่มีกำลังสูงสุดเป็น 3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อกำลังสูงสุดของ X มีค่ามากขึ้น เส้นโค้งจะมีลักษณะต่างๆกันไปดังนี้

กำลังของ X (Degree)	ตัวแบบ (Model)	ชื่อสมการ	ชื่อโค้ง
First	$Y = b_0 + b_1X + e$	Linear	Straight line
Second	$Y = b_0 + b_1X + b_2X^2 + e$	Quadratic	Parabola
Third	$Y = b_0 + b_1X + b_2X^2 + b_3X^3 + e$	Cubic	Cubic parabola
Fourth	$Y = b_0 + b_1X + b_2X^2 + b_3X^3 + b_4X^4 + e$	Quartic	Quartic parabola
Fifth	$Y = b_0 + b_1X + b_2X^2 + b_3X^3 + b_4X^4 + b_5X^5 + e$	Quintic	Quintic parabola

การหาสมการถดถอยเชิงเส้นโค้งแบบโพลีโนเมียล โดยทั่วไปจะเริ่มที่ X กำลัง 1 , กำลัง 2, กำลัง 3 เพิ่มไปเรื่อยๆ เพื่อดูว่าสมการใดจะเหมาะสมกับการกระจายของข้อมูลได้ดีที่สุด ในทางปฏิบัติจะเริ่มต้นด้วยการนำข้อมูลมาพล็อตดูลักษณะแนวโน้มของการกระจายว่าเป็นรูปใด ซึ่งมีลักษณะสอดคล้องกับเส้นโค้งโพลีโนเมียลของ X ที่มีกำลังเท่าใดมากที่สุด แล้วคำนวณสมการถดถอยเชิงเส้นโค้งโพลีโนเมียลที่มีกำลังของ X เพิ่มขึ้นอีก 1 เช่น ถ้าการกระจายของข้อมูลมีแนวโน้มสอดคล้องกับโพลีโนเมียลที่มี X กำลังสูงสุดเป็น 3 ก็จะคำนวณสมการเชิงเส้นโค้งโพลีโนเมียลที่มี X กำลังสูงสุดเป็น 4 เป็นต้น

เมื่อได้สมการเชิงเส้นโค้งโพลีโนเมียลที่สอดคล้องกับข้อมูลแล้ว ซึ่งเขียนเป็นสมการทั่วไปได้ดังนี้

$$\hat{Y} = b_0 + b_1X + b_2X^2 + b_3X^3 + \ldots + b_kX^k$$

ถ้ากำหนดให้

$$Z_1 = X$$
$$Z_2 = X^2$$
$$Z_3 = X^3$$
$$\vdots$$
$$Z_k = X^k$$

สมการเชิงเส้นโค้งโพลีโนเมียลก็จะอยู่ในรูปของสมการถดถอยเชิงเส้นตรงพหุคูณ

$$\hat{Y} = b_0 + b_1Z_1 + b_2Z_2 + b_3Z_3 + \ldots + b_kZ_k$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในการหาค่าของ $b_0 + b_1Z_1 + b_2Z_2 + b_3Z_3 + \ldots + b_kZ_k$ ทำเช่นเดียวกับการหาสมการถดถอยเชิงเส้นตรงพหุคูณ โดยแก้สมการปกติต่างๆต่อไปนี้ด้วยวิธีพีชคณิตหรือวิธีเมทริกซ์

1) สมการปกติสำหรับเส้นโค้งโพลีโนเมียลที่มี X กำลังสูงสุดเป็น 2 คือ

$$\Sigma Y = nb_0 + (\Sigma Z_1)b_1 + (\Sigma Z_2)b_2$$

$$\Sigma Z_1Y = (\Sigma Z_1)b_0 + (\Sigma Z_1^2)b_1 + (\Sigma Z_1Z_2)b_2$$

$$\Sigma Z_2Y = (\Sigma Z_2)b_0 + (\Sigma Z_1Z_2)b_1 + (\Sigma Z_2^2)b_2$$

2) สมการปกติสำหรับเส้นโค้งโพลีโนเมียลที่มี X กำลังสูงสุดเป็น 3 คือ

$$\Sigma Y = nb_0 + (\Sigma Z_1)b_1 + (\Sigma Z_2)b_2 + (\Sigma Z_3)b_3$$

$$\Sigma Z_1Y = (\Sigma Z_1)b_0 + (\Sigma Z_1^2)b_1 + (\Sigma Z_1Z_2)b_2 + (\Sigma Z_1Z_3)b_3$$

$$\Sigma Z_2Y = (\Sigma Z_2)b_0 + (\Sigma Z_1Z_2)b_1 + (\Sigma Z_2^2)b_2 + (\Sigma Z_2Z_3)b_3$$

$$\Sigma Z_3Y = (\Sigma Z_3)b_0 + (\Sigma Z_1Z_3)b_1 + (\Sigma Z_2Z_3)b_2 + (\Sigma Z_3^2)b_3$$

และ สมการปกติสำหรับโค้งโพลีโนเมียลที่มี X กำลังสูงสุดเป็น 4 , 5 , ... , k ก็เขียนทำนองเดียวกันไปเรื่อยๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายมานพ ยิ่งรัมย์ เกิดวันที่ 27 กันยายน พ.ศ. 2519 จังหวัดนครราชสีมา สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปีการศึกษา 2541 เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2545

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย