บทที่ 5

การออกแบบสร้างเครื่องกรองฝุ่นและผลการทดลอง

ก. <u>ภาคไฟฟ้ากักกาสูง</u> (D.C. High Voltage) (1)

ดัดแปลงภาคไฟสูงของเครื่องรับโทรทัศน์ซึ่งใช้ฟลายแบคทรานสฟอร์มเมอร์ (Flyback Transformer) โดย พี.ที. ฟรานส์เวอร์ท (P.T. Franeworth 1930) นำเอาความคิดของฟาราเดย์ เรื่องการเกิดความต่างศักย์เหนี่ยวนำภายในขดลวด

$$e_L = - L \frac{di}{dt}$$

e_L = ความต่างศักย์เหนี่ยวนำ (induce voltage)

L = ค่าเหนี่ยวนำไฟฟ้า (inducetance)

$\frac{di}{dt}$ = อัตราการเปลี่ยนกระแสภายในขดลวด

กระแสที่ผ่านเข้าขดลวดจะต้องคงที่ ถ้าเราต้องการค่าความต่างศักย์เหนี่ยวนำมาก เวลาการเปลี่ยนกระแสจะต้องน้อยที่สุด จึงนำกระแสไฟฟ้ามีลักษณะแบบคลื่นฟันเลื่อย (Sawtooth wave form) ผ่านเข้าไป จะมีช่วงของการลดกระแสจากสูงสุดถึงต่ำสุดประมาณ 10^{-5} วินาทีเท่านั้น ในเครื่องของเราใช้ออสซิเลเตอร์ ผลิตคลื่นที่เป็นสี่เหลี่ยม (square wave) จากวงจรมัลติไวเบรเตอร์ (Astable multivibrator) (2) ผ่านเข้าวงจรเปลี่ยนรูปคลื่น (wave shaper) ให้ออกมาเป็นคลื่นฟันเลื่อย แล้วส่งเข้าหลอดขยายกำลัง (Beam Power Amplific Tube) กระแสจากหลอดขยายประมาณ 100 มิลลิแอมป์ เอากระแสฟันเลื่อยส่งผ่านหลายแบคทรานสฟอร์มเมอร์เพื่อ Step-up Voltage ให้สูงขึ้นแล้วเอาไป Rectify ให้เป็นไฟกระแสตรง ซึ่งจะได้ประมาณ 10 – 15 KV แล้วผ่าน–

ประกอบของฟลายแบคทรานส์ฟอร์มเมอร์ จะต้องมีโยลคอยล์ (Yoke coil) เป็น โล้ด(Load) เพราะใช้ประโยชน์ในการทำให้ลำของอะแรอิเลคตรอนในหลอดภายใพรทัศน์โค้งเบนไปมา (deflection beam of electrons) จึงต้องเอามาต่อเข้าไว้ด้วย เพราะถ้าไม่ใช้จะทำให้อิมพีแดนซ์ของโล้ด(Load) ของฟลายแบคทรานส์ฟอร์มเมอร์ไม่แมชกัน (mismatch of impedance)

ในการขยายของหลอดขยายกำลังจะลดลงจนใช้ไม่ได้

จาก เอาท์พุตของแรงดันไฟตรง 15 – 20 KV เราใช้วงจรเพิ่มศักย์สองเท่า หรือ เพิ่มศักย์สามเท่า ก็จะได้เพิ่มขึ้น 2 หรือ 3 เท่าได้ เพื่อทดลองหาขนาดศักดาที่พอเหมาะสมกับงานนี้ต่อไป

5.1 รายการออกแบบภาคไฟฟ้าศักดาสูง

ชื่อฟอายแบคทรานส์ฟอร์มเมอร์ความต้องการ ของบริษัท Denki Onkyo แบบ [illegible] - 3027 ประกอบคันโยกคอรัย (Yoke coil) แบบ [illegible] - [illegible] ซึ่งมีโคอะแกรมสำหนดวางจรมาใช้ (เราเพิ่งศึกษาภาค Damper tube ออกเท่านั้น เพราะไม่มีความจำเป็นต้องใช้) ความต้องการของวงจรเพียงเราออกแบบออสซิลเลเตอร์คลื่นฟันเลื่อย ขนาด 100 โวลท์ ที่ความถี่ 15750 ไซเกิลต่อวินาที เพื่อใช้ป้อนแก้ทหลอดขยายกำลัง (power amplifier tube) เท่านั้นก็พอ

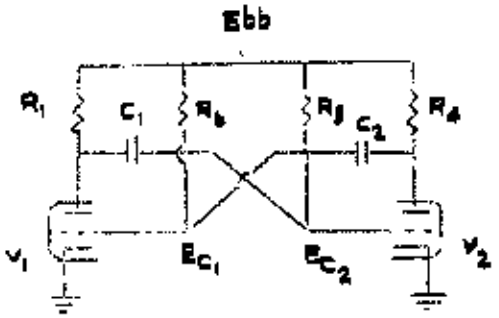
วงจรออสซิเลเตอร์ที่ผลิตคลื่นฟันเลื่อยประกอบด้วย วงจรมัลติไวเบรเตอร์ และวงจรเปลี่ยนรูปคลื่น

5.1.1 วงจรมัลติไวเบรเตอร์ (Astable Multivibrator) (2)

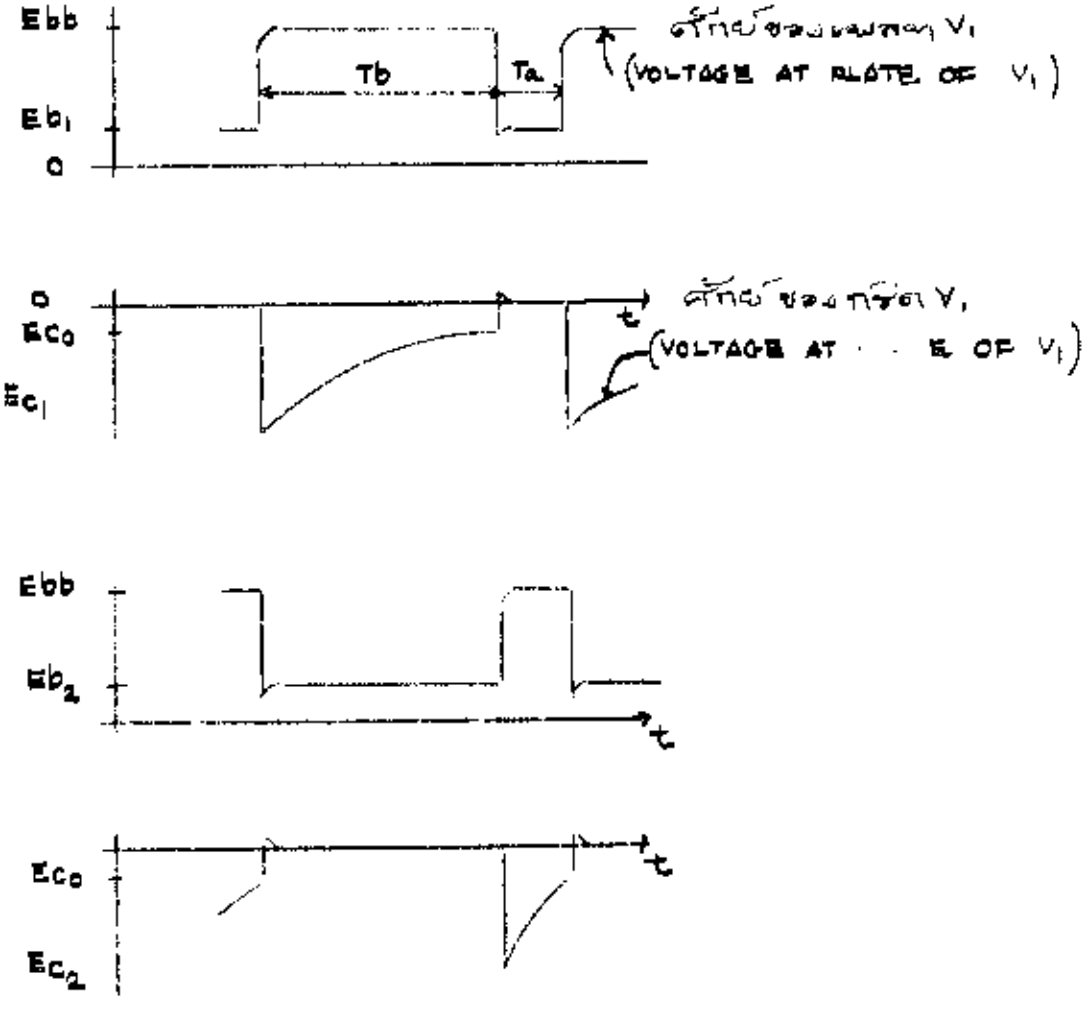
วงจรนี้ประกอบด้วย [illegible] ต่อกันและมีการฟีดแบก (Feed back) ไปมาได้ 100% ($\beta = 1$) ซึ่งจะทำให้การทำงานของวงจรมัลติไวเบรเตอร์แบบนี้ก็คือ แต่ละหลอดจะเกิด [illegible] สลับกันไปมาได้เองตลอดเวลา

จากภาพ 5.1 เราสามารถอธิบายการทำงานของหลอดได้โดย ตอนแรกสมมุติหลอด V_1 เริ่มต้น [illegible] ก่อน จะมีกระแสเพลท (plate current I_{b_1}) ไหลผ่านหลอด และจะประจุประจุไฟฟ้าให้แก่คอนเดนเซอร์ C_2 ซึ่งจะเป็นผลสืบเนื่องให้กริดของหลอด V_2 มีศักย์เป็นลบ ทำให้หลอด V_2 ไม่ [illegible] ในขณะนั้นหลอด V_1 เกิด [illegible] ต่อมาประจุในคอนเดนเซอร์ C_2 จะค่อย ๆ รั่วออก (Leak [illegible]) จนทำให้ศักย์กริดของหลอด V_2 เป็นลบน้อยลง จนเลยจุดไม่ทำงาน ของหลอด ทำให้หลอด V_2 จะ [illegible] ทันที ซึ่งในเวลาเดียวกันนั้นเอง จะเกิดกระแสเพลท (plate current I_{b_2}) ไหลผ่านหลอด V_2 และจะประจุประจุไฟฟ้าให้แก่คอนเดนเซอร์ C_1 ซึ่งจะเป็นผลสืบ

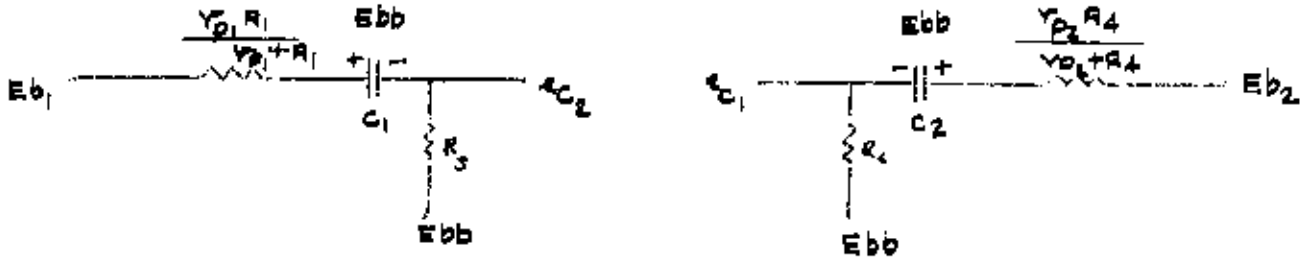
เนื่องให้กริดของหลอด V_1 มีศักย์เป็นลบต่ำกว่าจุด ไม่สามารถ ของหลอดทันทีด้วย จึงทำให้หลอด V_1 จะเปลี่ยนเป็นไม่ สามารถ ในทำนองเดียวกัน จากวิธีการผสมเดิมที่ได้กล่าวมาแล้ว จะทำให้หลอดสามารถที่จะ สลับกันไปมาได้ และเวลาของการ สามารถ ของแต่ละหลอด จึงขึ้นอยู่กับเวลาของการรั่วยกของประจุจากคอนเดนเซอร์ C_1 และ C_2 ซึ่งจะเป็นสัดส่วนของค่า $R_1 C_1$, $R_6 C_2$



วงจร อะสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์



ภาพที่ 5.1 ภาพแสดงรูปคลื่นของวงจร อะสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์



(a) (Approximate equivalent circuit and initial conditions for - charge of C_1)

(b) (Approximate equivalent circuit and initial condition for the discharge of C_2)

ภาพที่ 5.2

วงจรสมมูลโดยประมาณสำหรับการคิดประจุของตัวเก็บประจุในวงจรมัลติไวเบรเตอร์

(Approximate equivalent circuit for discharge of the coupling capacity in the Astable - coupled **abstable multivibrator**)

จาก วงจรสมมูลโดยประมาณ จากภาพ (5.2)

จะได้ว่า

$$e_{c_2} = E_{bb} + (E_{b_1} - E_{bb} - V_{bb}) e^{-t/R_3 C_1}$$

จาก สมการข้างต้น หาค่าโดยกำหนดเงื่อนไข ของเหตุการณ์

$$e_{c_2} = E_{c_o} \quad ; \quad t = T_a$$

ดังนั้น

$$T_a = R_3 C_1 \ln \left(\frac{E_{b1} - 2V_{bb}}{E_{c_o} - V_{bb}} \right) \qquad --(1)$$

ในทำนองเดียวกันเราก็หาได้ว่า

$$T_b = R_6 C_2 \ln \left(\frac{E_{b_2} - 2V_{bb}}{E_{c_o} - V_{bb}} \right) \qquad --(2)$$

ข้อกำหนดให้เพื่อใช้ในการคำนวณ

ใช้หลอด 6SN7 GTB (Medium-Mu Twin Diode)

ขนาดความต่างศักย์ของคลื่นสัญญาณประมาณ 110 โวลท์

ค่า power supply (E_{bb}) = 150 V.

ค่า $T_a + T_b = 63.5 \times 10^{-6}$ วินาที เพื่อที่จะให้มีความถี่ 15750 ไซเกิลต่อวินาที แต่จาก เวลาขาขึ้นและขาลง ของคลื่นพัลเซ่อยมีค่าประมาณ 7×10^{-6} วินาที ดังนั้นเราจะประมาณค่า

$T_a = 13.5 \times 10^{-6}$ วินาที

$T_b = 50 \times 10^{-6}$ วินาที

การคำนวณหาค่าความต้านทาน R_1 และ R_4 (plate load resistance)

เราต้องการขนาดความต่างศักย์ของคลื่นประมาณ 110 โวลท์ ดังนั้น

$Ib\ R = 110$ โวลท์

จากกราฟคุณลักษณะของหลอด ในหนังสือคู่มือหลอดรับวิทยุของ อาร์.ซี.เอ.

เมื่อหลอด ทำงานอยู่ที่ เพนโทด มีค่า $E_b = E_{bb} - Ib\ R_L = 150-110 = 40$ และ $E_c = 0$ กระแสผ่านหลอด Ib อ่านค่าได้ $= 3.5 \times 10^{-3}$ แอมป์

$\therefore R_1 + R_4 = 110 / 3.5 \times 10^{-3} = 33.2 \times 10^3$ โอห์ม

การคำนวณหาค่า R_3, R_6, C_1 & C_2

การคำนวณค่า R_3, R_6, C_1, C_2 ได้จากสูตร (1) และ (2)

โดยใช้ค่า R_3 , $R_6 = 10^6$ โอห์ม

จากคู่มือหลอด [illegible] ของ [illegible] ที่ [illegible]

[illegible]

ใช้ E_{bb} = 150 โวลท์

หลอด 6SN7 จะมีจุด [illegible]

E_{c_o} = - 10 V

ใช้ $A = \frac{E_{b1} - 2E_{bb}}{E_{c_o} - E_{bb}} = \frac{40 - 300}{-10 - 150} = 1.625$

ดังนั้น $\ln A = 0.485$

ถ้า $\frac{T_a}{R_3 C_1} = \frac{T_b}{R_6 C_2} = 0.485$

..... $T_a = 13.6 \times 10^{-6}$ วินาที

$T_b = 50 \times 10^{-6}$ วินาที

และ R_3 , R_6 = 10^6 โอห์ม

$\therefore C_1 = \frac{13.6 \times 10^{-12}}{0.485} = 28 \times 10^{-12}$ ฟารัด

$C_2 = \frac{50 \times 10^{-12}}{0.485} = 103 \times 10^{-12}$ ฟารัด

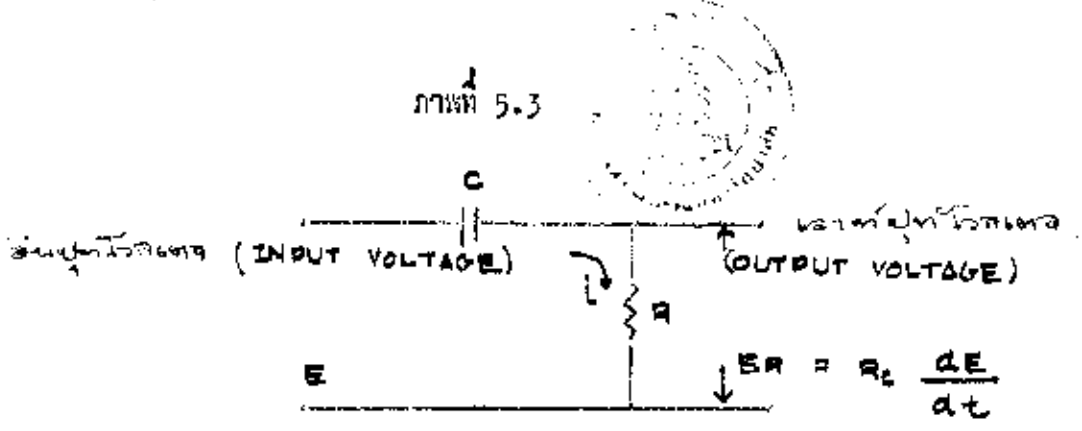
ค่าที่ใช้ในการประกอบเครื่องมือ

R_1 , R_4 = 33×10^3	โอห์ม	10	วัตต์
R_3 , R_6 = 10^6	โอห์ม	1	วัตต์
$C_1 = 33 \times 10^{-12}$	ฟารัด	400	โวลท์
$C_2 = 120 \times 10^{-12}$	ฟารัด	400	โวลท์

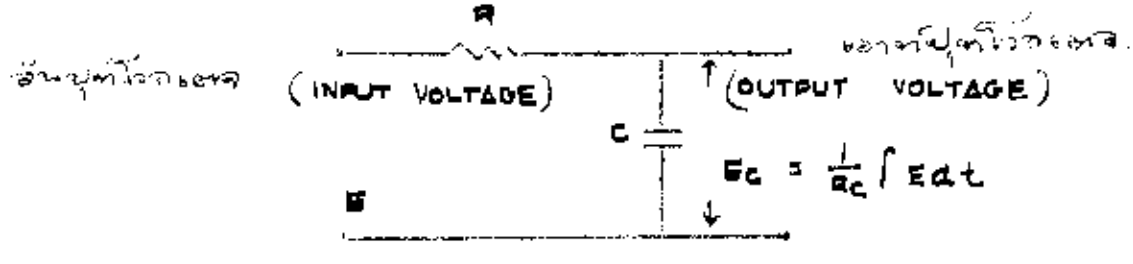
5.1.2 <u>วงจรเปลี่ยนรูปคลื่น</u> (Wave Shaper)

วงจรที่เปลี่ยนรูปคลื่นแบบ สี่เหลี่ยม จากวงจรมัลติ
ไวเบรเตอร์ มาเป็นรูปคลื่นฟันเลื่อย ด้วยวงจรเปลี่ยนรูปคลื่นนั้น เราก็แบ่งวงจรเปลี่ยนรูปคลื่น
มาพูดการผสมวงจรระหว่าง วงจรดิฟเฟอเรนชิเอทกับ และ วงจรอินทิเกรต

ภาพที่ 5.3



ภาพแสดง วงจรดิฟเฟอเรนชิเอทโดยใช้อาร์ซี
(Differentiation by RC Circuit)



ภาพแสดง วงจรอินทิเกรตโดยใช้อาร์ซี
(Integration by RC Circuit)

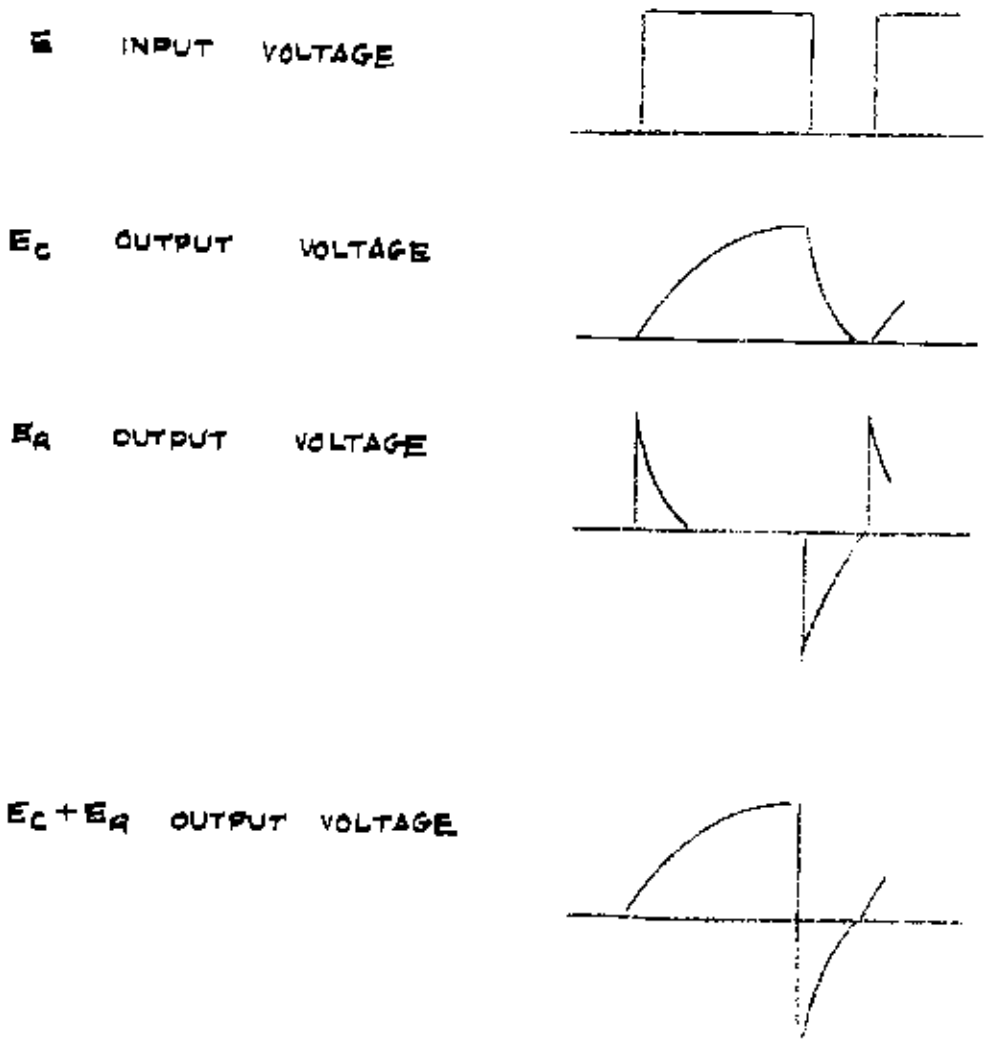
วงจรทั้งสองแบบนี้ เป็นวงจรต่อขนานของความต้านทาน R และคอนเดนเซอร์ C แต่ในแบบวงจรอินทิเกรเตอร์ จะพิจารณาแต่ความต่างศักย์ที่คร่อมตัว R เท่านั้น – ดังภาพ (3) ดังนั้นกระแสที่ไหลผ่านตัวความต้านทาน R จะมีค่าเท่ากับ $C\frac{dE}{dt}$

($\frac{dE}{dt}$ = the rate of change of applied voltage)

เพราะฉนั้นค่าความต่างศักย์ที่คร่อมตัวความต้านทาน R (E_R) มีค่าเป็น $RC\frac{dE}{dt}$ ส่วนในแบบวงจรอินทิเกรเตอร์ ก็พิจารณาค่าความต่างศักย์ที่คร่อมคอนเดนเซอร์ C จะเห็นว่ากระแสที่ไหล จะมีค่าประมาณ $\frac{E}{R}$ ผ่านคอนเดนเซอร์ C และเวลาที่ใช้ในการชาร์จ จะเป็นสัดส่วนกับค่า อินทิกรัล ของกระแสนี้ ดังนั้นค่าความต่างศักย์ที่คร่อม C (E_C) มีค่าเป็น $\frac{1}{RC}\int E\,dt$.

ฉนั้น ถ้าเราใช้ สัญญาณแบบ สี่เหลี่ยมผ่านเข้าไปในอินทิเกรเตอร์ จะได้รูปคลื่นออกมาดังภาพ (4) โดยขนาดของรูปคลื่นจะเท่าเดิม และจากสมการข้างบนเราจะได้ ลักษณะคลื่นเป็นรูปของ exp ($\frac{t}{RC}$)

ภาพที่ 5.4

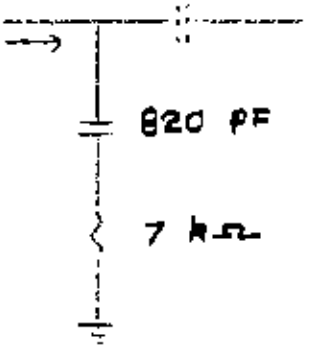


ภาพแสดง

The effect of the differentiating and integrating circuit.

ดังนั้น ถ้าการกำหนดช่วงความยาวของคลื่น ยาวกว่าไทม์คอนสแตนท์(RC) ก็จะได้ขนาดของคลื่นของ เอาท์พุท โวลท์เตจ ใกล้เคียง อินพุท โวลท์เตจ.

<u>วงจรที่เราใช้ประกอบเครื่องมือ</u>



ใช้ค่าคอนเดนเซอร์

820 pF

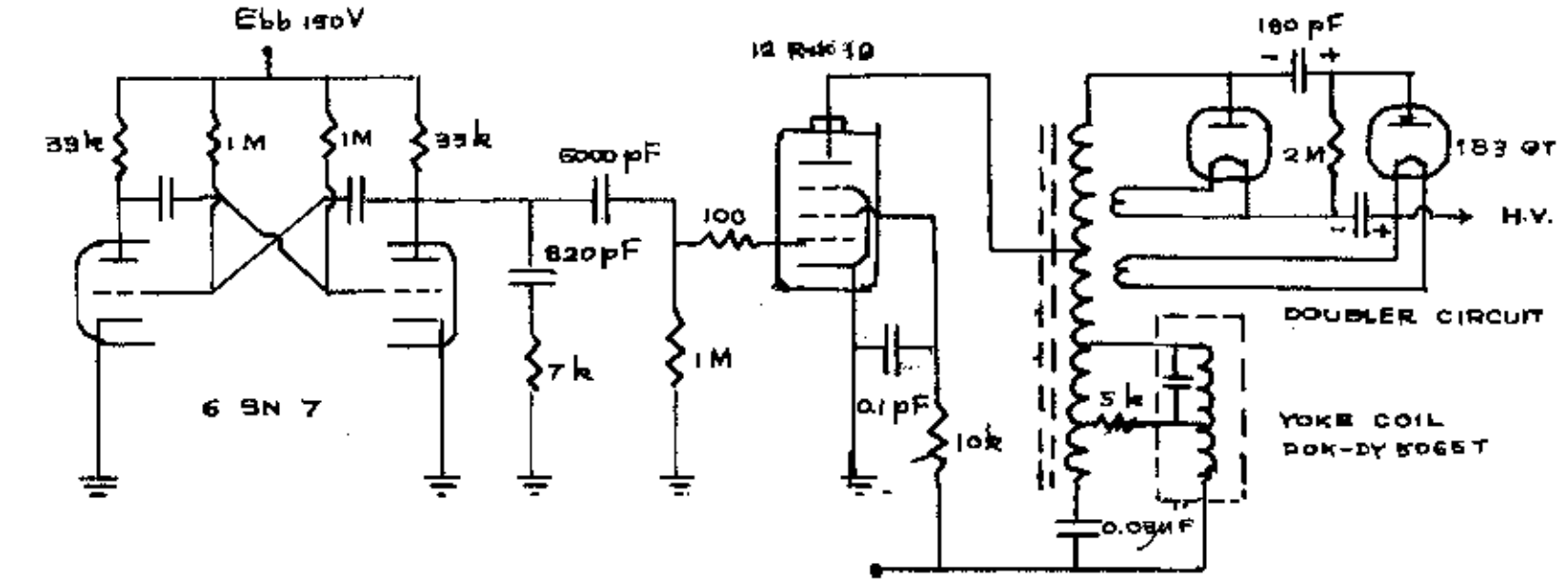
ค่าความต้านทาน

7 k Ω

ภาพที่ 5.5

ภาพแสดงวงจรเปลี่ยนรูปคลื่น

ค่าคอนเดนเซอร์และค่าความต้านทานในวงจรนี้ เราจะหาดูได้จากวงจรไทรทัศน์ทั่ว ๆ ไป โดยจะเห็นว่าค่า RC $< 63.5 \times 10^{-6}$ วินาที

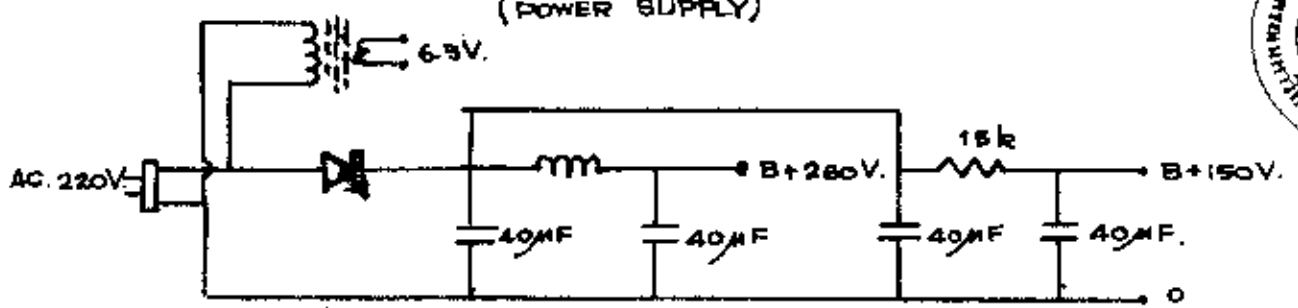


รูปที่ มัลติไวเบรเตอร์ (ASTABLE MULTIVIBRATOR)

รูปที่ เปลี่ยนรูปคลื่น (WAVE SHAPER)

หม้อแปลงความถี่ฟลายแบ็ค (FLYBACK TRANSFORMER) DOK-HT 3027

เพาเวอร์ซัพพลาย (POWER SUPPLY)



วงจรดีซีไฟฟ้าแรงสูง

(D.C. HIGH VOLTAGE DIAGRAM)

เครื่องกรองแบบขั้นเดียวใช้มากในทางอุตสาหกรรม เพราะจะประจุได้มาก เนื่องจากละอองฝุ่นผ่านภาคประจุนาน แต่แบบนี้ทำให้เกิดโอโซนมาก ส่วนเครื่องกรองแบบ 2 ขั้นจะได้โอโซนน้อยกว่า เราสามารถควบคุมปริมาณได้ โดยใช้อากาศไหลผ่านตั้งฉากกับลวด ดังได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 1 (หัวข้อ 2) เพนนี (Penney) (4) ได้เป็นคนออกแบบเครื่องกรองฝุ่นแบบ2ขั้น พบว่าการผลิตโอโซนภายในห้องที่เหมาะได้แก่ 0.1 ส่วนในล้านส่วน ผลของการทดลองจากกราฟที่ 5.1 ภาคประจุที่ใช้เส้นลวดขนาดเล็กเป็นขั้วบวกศักดาไฟฟ้าสูง จะได้ปริมาณโอโซนน้อยกว่าถึง 8 เท่า (3) ในปริมาณกระแสไหลเท่ากัน ถ้าใช้เส้นลวดเป็นขั้วลบศักดาไฟฟ้าสูง ดังนั้นจากกราฟเราจะต้องผลิตกระแสไหลในภาคประจุให้ได้น้อยกว่า ---------- 500 ไมโครแอมป์ เมื่อเส้นลวดในภาคประจุเป็นขั้วบวกศักดาไฟฟ้าสูง จะผลิตโอโซนได้น้อยกว่า 0.1 ส่วนในล้านส่วนของอากาศ

แต่ในการคำนวณขนาดเส้นลวดของภาคประจุและระยะห่างระหว่างขั้ว รวมทั้งขนาดที่กั้นระหว่างแผ่นตะแกรงของภาคกรองฝุ่น เพราะในภาคประจุเราต้องการกระแสไหลไหลผ่านระหว่างขั้ว แต่ภาคกรองฝุ่นเราไม่ต้องการกระแสไหล หรือกระแสสามารถไหลผ่านอย่างวนได้ ฉนั้นในภาคประจุความเข้มของสนามไฟฟ้าในอากาศ จะต้องมากกว่าค่า ไดอิเล็กตริกสเตรงท์ของอากาศ – ส่วนในภาคกรอง ความเข้มของสนามไฟฟ้าจะน้อยกว่าค่า ไดอิเล็กตริกสเตรงท์ของอากาศและฉนวน

ตารางแสดงค่า ไดอิเล็กตริกสเตรงท์ (5)

วัตถุ	ไดอิเล็กตริกสเตรงท์ (Dielectric Strength)(KV/m)
อากาศ	3,000
ไมกา (Mica)	100,000
พลาสติก (Polystyrene)	20,000
ยาง (Rubber)	40,000

(แต่ที่ใช้ทำเครื่องมือจริง ๆ ใช้ทองเหลือง S - 108 ซึ่งจะเกิดกระแสอิออน เมื่อความเข้มของสนามไฟฟ้าตั้งแต่ 15 กิโลโวลต์ ต่อ ซ.ม. ขึ้นไป จากการทดลอง)

เราต้องใช้ลวดมีขนาดเล็ก เพื่อที่จะทำให้ศักย์เริ่มต้นของการเกิดกระแสโคโรนา V_o จากสมการของพีก (Peek) (ในบทที่ 2)

$$V_o = \left(30\, a + 9\sqrt{a} \right) \ln \frac{b}{a}$$

ถ้า รัศมีของลวด a = 0.015 ซ.ม.

ระยะห่างระหว่างขั้ว b = 1.2 ซ.ม.

$$\therefore V_o = 30 \times 0.015 + 9\sqrt{0.015}\ \ln\frac{1.2}{0.015}$$

$$= 5.1 \text{ KV.}$$

ดังนั้น ค่ากระแสโคโรนา

$$i = V (V - V_o) \frac{K}{b^2 \ln (4b / a)}$$

ดังนั้น ถ้าเราต้องการ กระแส 500 ไมโครแอมป์ หรือ .5 มิลลิแอมป์ จะต้องการความต่างศักย์ระหว่างขั้วเท่าไร

∴ เราใช้เส้นลวดตั้งฉากประมาณ 2 เมตร

ดังนั้น $i = \frac{5 \times 10^{-4}}{200} = 2.5 \times 10^{-6}$ amp/am.

$= 7.5 \times 10^{4}$ esu/cm.

แทนค่าในสมการ

$V = 26.7$ e.s.u.

$= 8$ KV.

ความต่างศักย์ที่เราได้จะต้องไม่มากกว่า 8 KV.

ส่วนประกอบของเครื่องกรอง

ภาคประจุ (Charging Unit)

เราวางขั้วไฟฟ้าแบบให้กระแสไหลไปทางเป็นพวกอิออนบวก (หรือ positive ionization) เพื่อต้องการลดปริมาณการเกิดโอโซนลง

ขั้วบวก ใช้ลวดทองแดงขนาด 0.03 ซ.ม.

ขั้วลบ ใช้แท่งทองเหลืองขนาด 1.6 ซ.ม.

ระยะห่างระหว่างขั้วเปลี่ยนค่าได้ตั้งแต่ 1.2 ซ.ม. ถึง 3.7 ซ.ม.

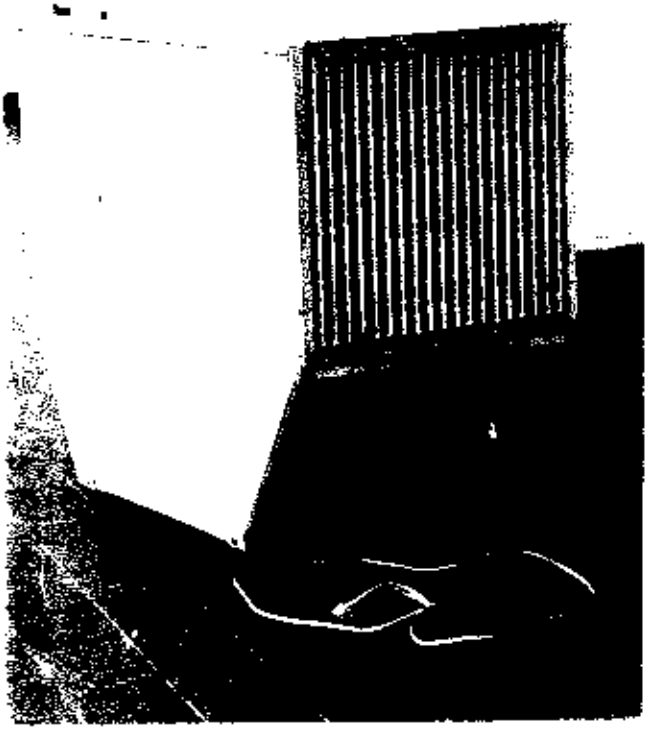
ภาคกรองฝุ่น (Collector Cell)

ใช้แผ่นอลูมิเนียมขนาดกว้าง 25 ซ.ม. ยาว 40 ซ.ม. และใช้ท่อยาง เฮส-ลอน เป็นฉนวนกั้น ช่วงกว้างของแผ่นทะแกรง 1.2 ซ.ม.

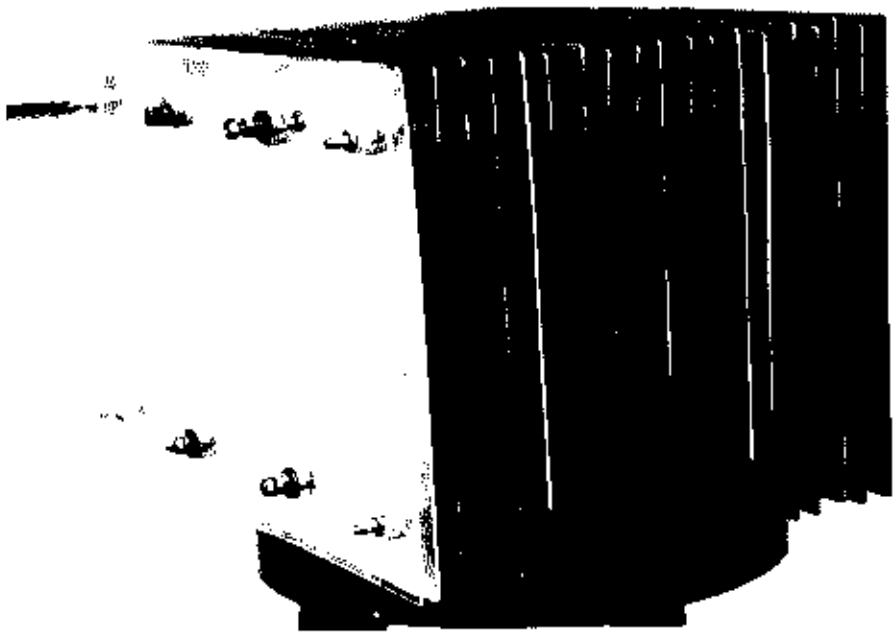
ภาคไฟสูง (D.C. High Voltage)

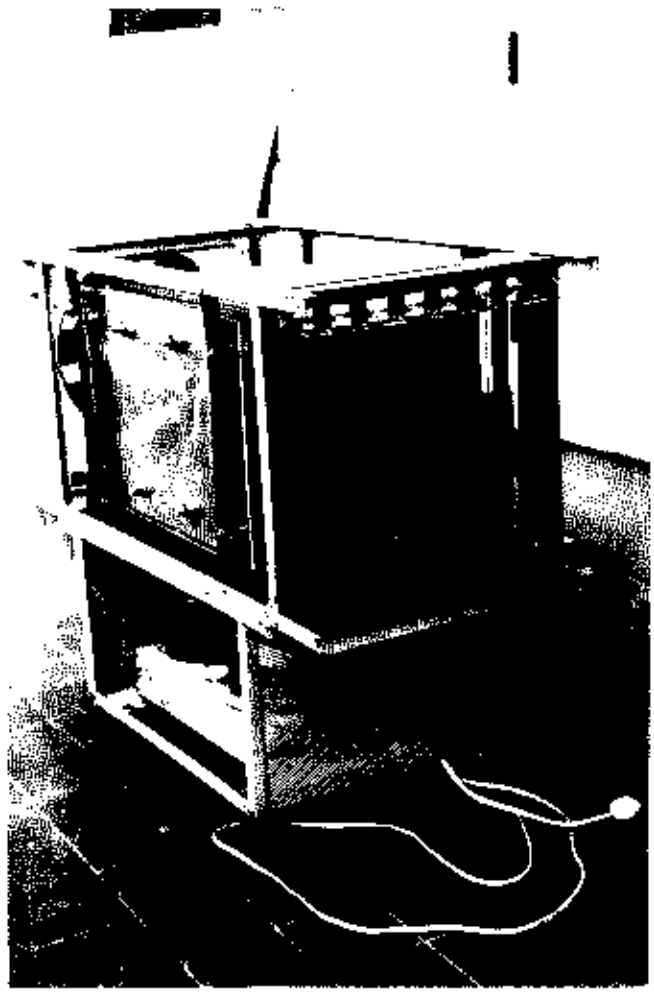
ไฟฟ้ากระแสตรงศักดาสูง เมื่อยังไม่ได้ติดตั้งภาคประจุและภาคกรอง มีความต่างศักย์ประมาณ 18 กิโลโวลต์

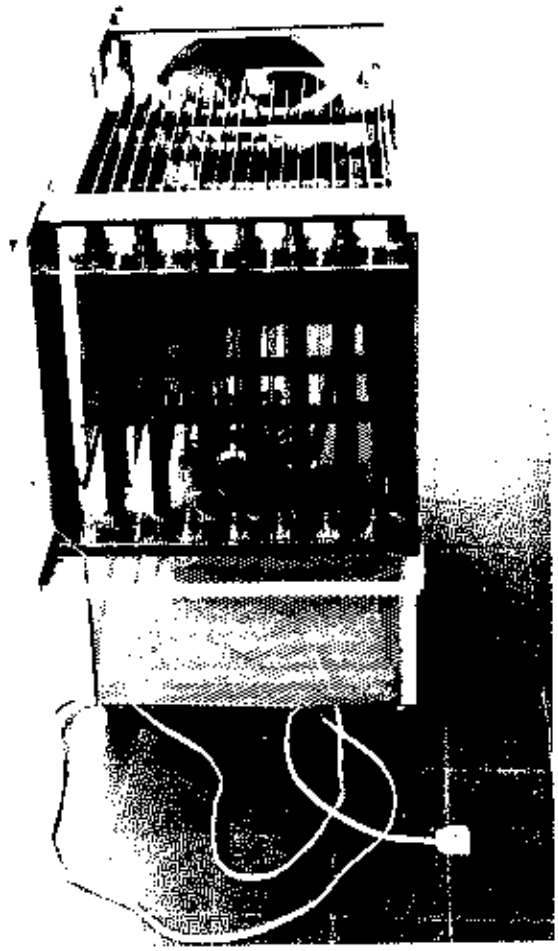
การดูดลมให้ไหลผ่านเครื่องกรอง ใช้พัดลมขนาด 8 นิ้ว อัตราการดูดลม 300 ฟุต^3 ต่อนาที ภาคตัดขวางของเครื่องขนาด 1 + 1 ฟุต^2



[illegible]







[illegible]

หนังสืออ้างอิง

1) M.S. Kiver " Television Receiver Servicing "

D. Van Nostrand Comp, Inc. ; 4th Ed. p. 237 - 240

2) R.W.Landee, D.C.Davis, A.D.Albecht " Electronic Designers Handbook "

Mc Graw Hill Book Comp. 1957 p. 8 - 20

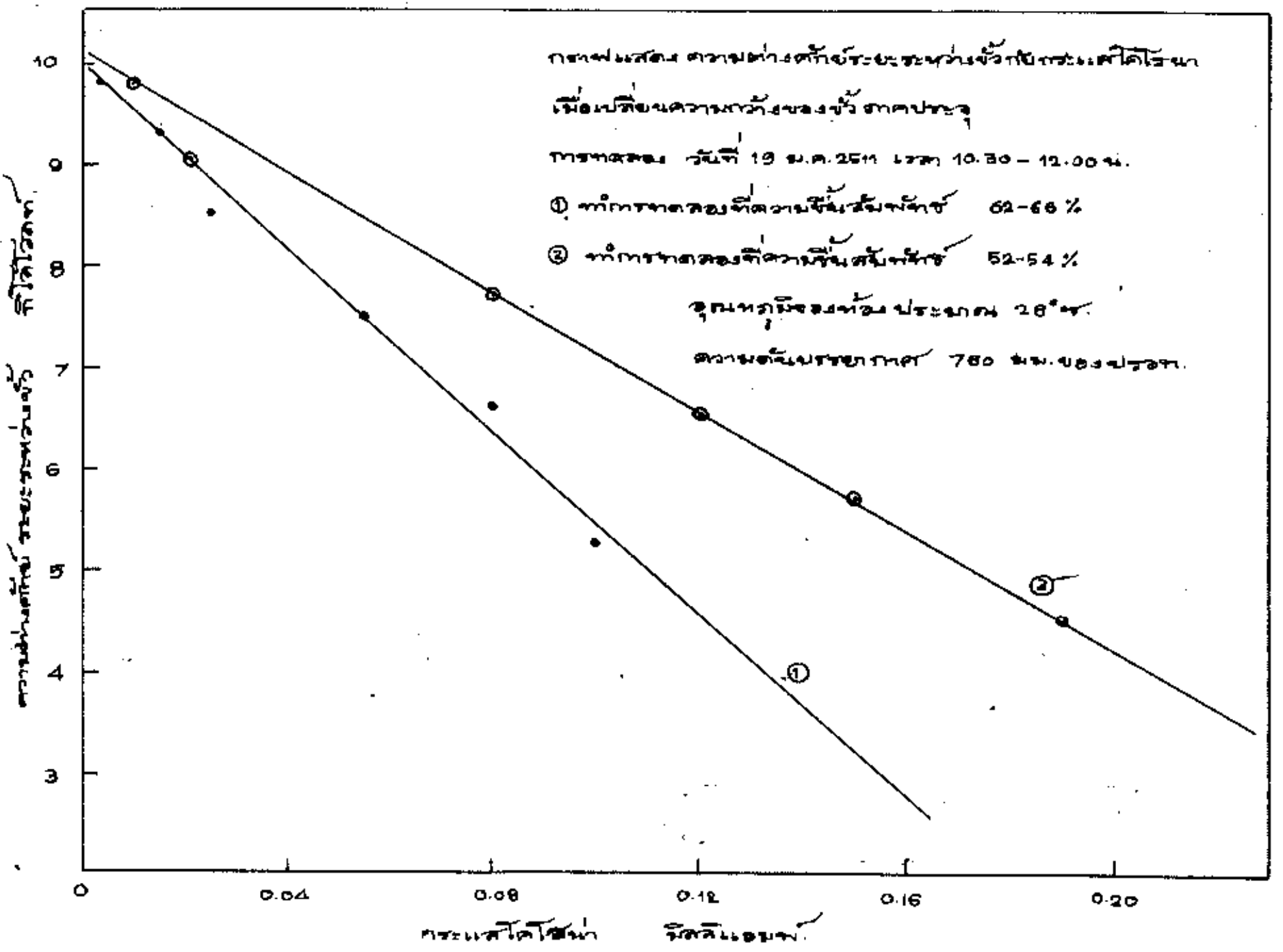
3) " Industrial Electronics Reference Book " by Electronics Engineers of The Westinghouse Electric Corporation, John Wiley & Sons Inc.; New York Chapman & Hall, Limited, London 1948 p. 528

4) G. J. Penney " A New Electrostatic Precipitator " Eng. 56,159 1937

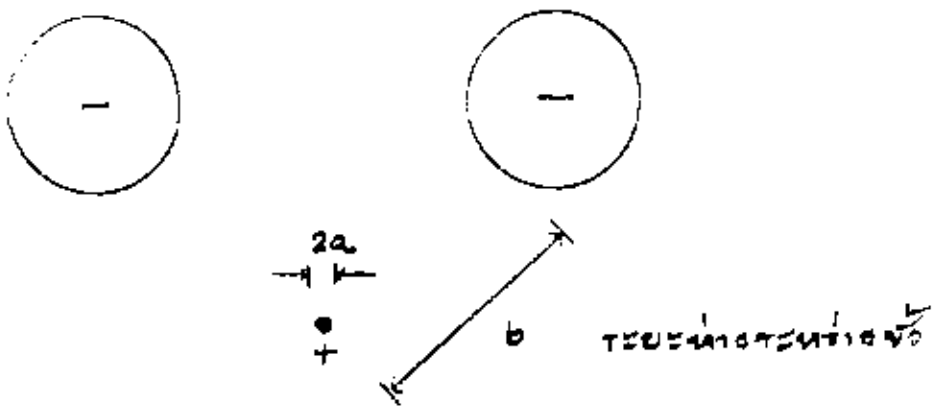
5) P. P. Winch " Electricity and Magnetism " Prentice, Inc. Englewood Cliffs. N.J. 1963

6) W.C. Ride out " Active Network " Prentice Hall. Electrical Engineering Series p.p 391 - 392

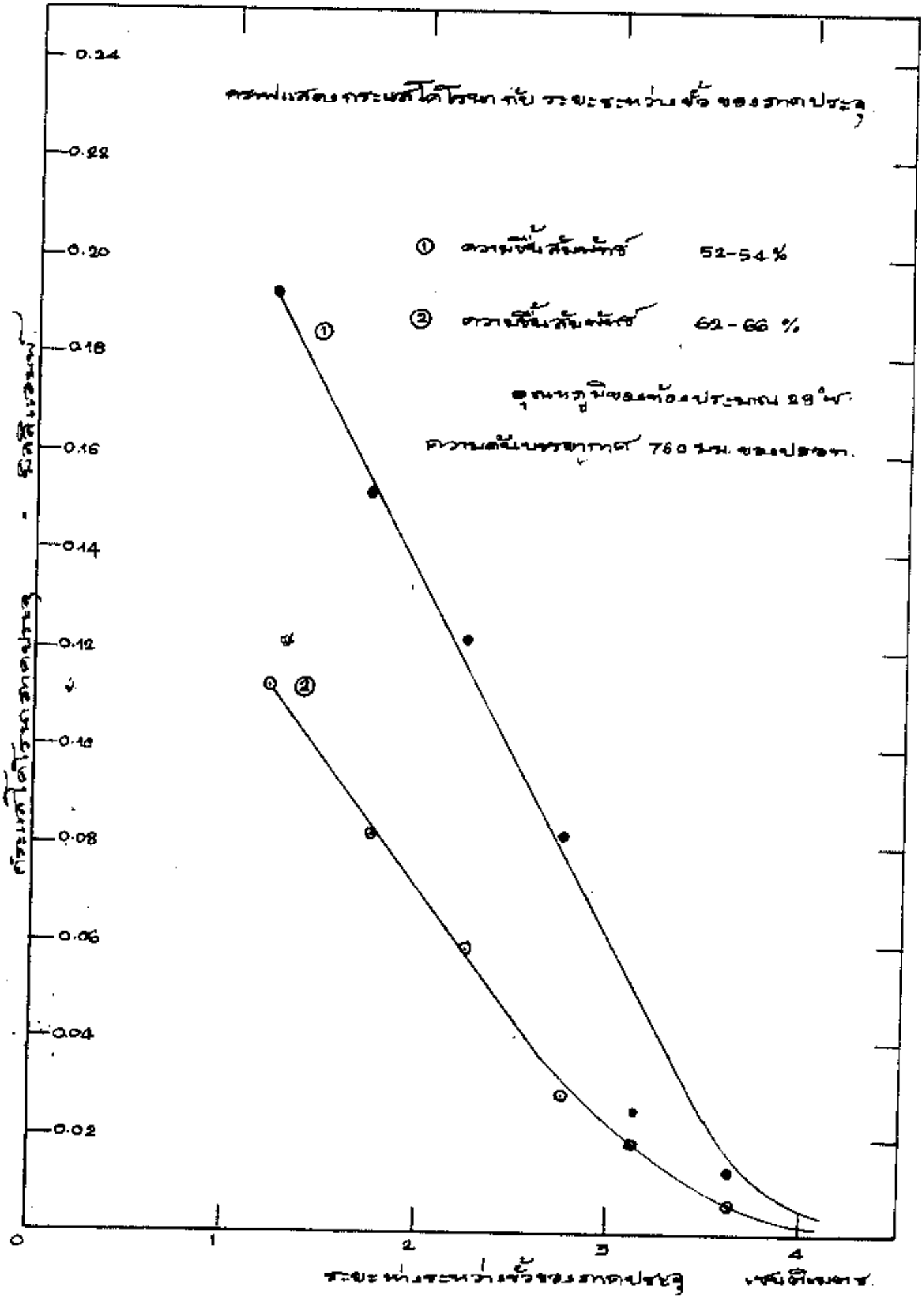
- - - - - - - -


กราฟแสดง ความต่างศักย์ระยะระหว่างขั้วกับกระแสไดโอด
เมื่อเปลี่ยนความกว้างของขั้วรวบประจุ
การทดลอง วันที่ 19 ม.ค. 2511 เวลา 10.30 – 12.00 น.
① ทำการทดลองที่ความชื้นสัมพัทธ์ 62-66 %
② ทำการทดลองที่ความชื้นสัมพัทธ์ 52-54 %
อุณหภูมิของห้องประมาณ 26°ซ.
ความดันบรรยากาศ 760 มม.ของปรอท.
10
9
8
7
6
5
4
3
0
0.04
0.08
0.12
0.16
0.20
①
②

กราฟแบบนี้เราหาความสัมพันธ์ของกระแสโคโรนา และความต่างศักย์ โดยการเปลี่ยนช่วงกว้างของระยะระหว่างขั้วตั้งแต่ 1.2 ซ.ม. ถึง 3.7 ซ.ม. จะเห็นได้ว่า กำลังของภาคไฟสูงลงที่และจำกัด ดังนั้นถ้ากระแสมาก ความต่างศักย์จะลด กราฟยังแสดงให้เห็นชัดถ้าความชื้นมาก กระแสจะน้อย – ในช่วงกว้างของระยะระหว่างขั้วเท่ากัน



ภาพแสดง ภาคประชุมของเครื่องทดลอง


กราฟแสดงการแพร่ไอโอดีนกับระยะระหว่างชั้นของสารประกอบ
① ความชื้นสัมพัทธ์ 52-54 %
② ความชื้นสัมพัทธ์ 62-66 %
อุณหภูมิของห้องประมาณ 29°ซ.
ความดันบรรยากาศ 760 มม. ของปรอท.
0.24
0.22
0.20
0.18
0.16
0.14
0.12
0.10
0.08
0.06
0.04
0.02
0
1
2
3
4
ระยะห่างระหว่างชั้นของสารประกอบ เซนติเมตร.

กราฟแผ่นที่ 2 – 3 แสดง ความต่างศักย์กับระยะระหว่างขั้วของภาคประจุ ถ้าช่วงห่างระหว่างขั้วกว้าง ความต่างศักย์จะเพิ่ม เพราะกระแสจะน้อยลง แต่ถ้าระยะระหว่างขั้วกว้างมาก ๆ กระแสจะเกือบไม่มีเลย กราฟความต่างศักย์จะเบนเข้าหาจุดคงที่จุดหนึ่งที่เท่ากัน ซึ่งจะบอกระยะห่างระหว่างขั้วสูงสุดที่ให้ความต่างศักย์มากที่สุด กราฟแผ่นนี้ยังได้แสดงอีกว่าเมื่อขั้วกว้างของขั้วที่เท่ากัน ความชื้นสัมพัทธ์น้อยจะได้กระแสมาก ซึ่งจะเป็นแบบเดียวกันกับกราฟแผ่นแรก ถ้ายิ่งระยะระหว่างขั้วกว้างมาก กระแสก็จะเบนเข้าหาจุดศูนย์เท่ากัน

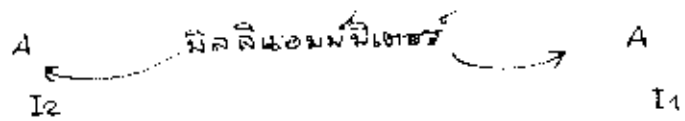
กราฟแผ่นที่ 4 เราได้ผลการทดลองแต่ภาคประจุ ที่ระยะระหว่างขั้วคงที่ แต่ที่ความชื้นต่างกัน กระแสจะแตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่า ความชื้นของอากาศเป็นตัวรับอิออนได้อย่างดี แต่จุดบนกราฟ กระจัดกระจายกันเช่นนั้น ก็เพราะการทดลอง—ทำในภาวะธรรมดา ความดันบรรยากาศ, อุณหภูมิของห้อง, ไฟฟ้ากระแสสลับ(A.C. Supply Voltage) ไม่คงที่ ทำให้กำลังของเครื่องเปลี่ยนแปลง แต่ก็พอจะทราบได้โดยแน่นัดว่า ถ้าความชื้นมากกระแสไหลไปมากจะลด

ในกราฟแผ่นที่ 5 เราใส่แผ่นตะแกรงเข้าไปด้วย ใช้ฟอยล์อลูมิเนียมเป็นฉนวนกันแผ่นตะแกรง จะเกิดกระแสไหลผ่านเนื่องความชื้นมาก ทำให้กำลังของเครื่องที่มายังภาคประจุน้อยไป กระแสไอโรนที่เกิดจากความต่างศักย์ที่ภาคประจุลดไปด้วย เพราะเราใช้ไฟภาคประจุและภาคกรองจากเครื่องเดียวกัน

การทดลองของเราเห็นได้ชัด จากกราฟจะเห็นว่า ที่อุณหภูมิของห้องสูง ความชื้นและความดันบรรยากาศคงที่กระแสจะเพิ่ม หรือความชื้น, อุณหภูมิของคงที่แต่ความดันบรรยากาศลด กระแสก็จะเพิ่มเช่นกัน

เหตุที่เราทราบว่าเกิดกระแสไหลผ่านฉนวนฟอยล์ อลูมิเนียม กับแผ่นตะแกรง –เมื่อความชื้นมาก ๆ เพราะเกิดมิสปาร์ค(spark)ขึ้นมาก่อน และจากการตรวจโดยใช้มิลลิแอมมิเตอร์ 2 อันต่อขนานกัน พบว่ากระแสทั้ง 2 อันไม่เท่ากัน โดยพบว่ากระแสจาก I_2 มากกว่ากระแสจาก I_1 เพราะกระแส I_1

จะเกิดจากกระแสไดโรนาจากภาคประจุ แต่ I_2 จากกระแสที่ได้จากภาคประจุและภาคกรอง



ผลการทดลอง 29 ม.ค. 11

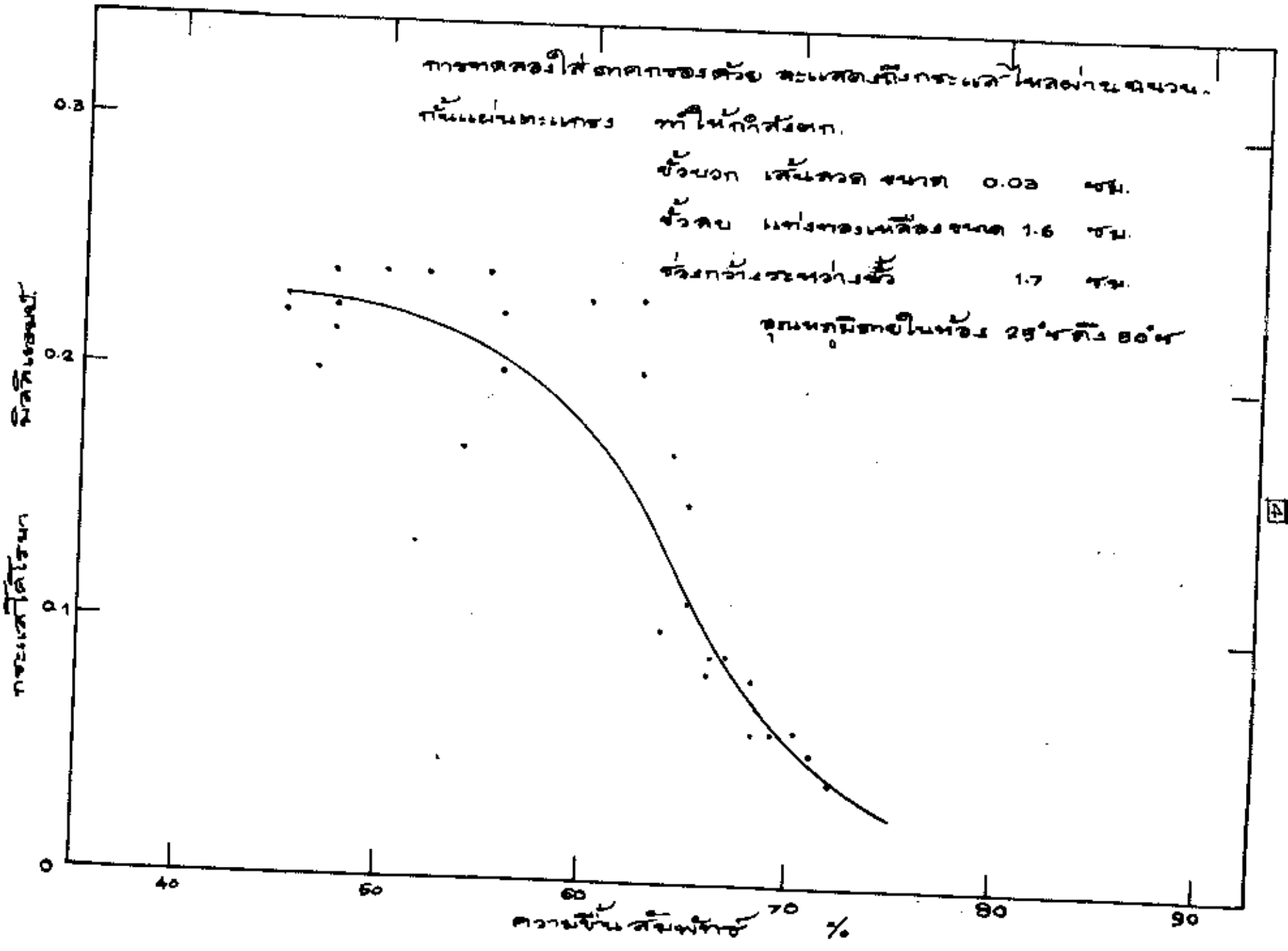
เวลา	ความชื้นสัมพัทธ์(%)	ความต่างศักย์ภาคประจุ (KV)	โพสซิโวลท์	I_1 มิลลิแอมป์	I_2 มิลลิแอมป์
9.00	72%	4	207.5	0.04	.16
10.10	69%	5	207.5	0.06	.14
10.30	68%	5.6	207.5	0.08	.13
10.40	67%	5.7	206	0.065	.11

ขั้วแผ่นภูมิ 28° ซ. ถึง 29.5° ซ.

ขนาดลวด 0.03 ซ.ม. ขั้วบวก

แท่งทองเหลือง 1.6 ซ.ม. ขั้วลบ

ที่ว่างกว้างระหว่างขั้ว 1.7 ซ.ม.


การทดลองใส่ยาคลายด้วย ตะแกรงเป็นกระแสไหลผ่านจนวน
กั้นแผ่นตะแกรง ที่ให้ทิศทาง
ขั้วบวก เส้นลวด ขนาด 0.03 ซม.
ขั้วลบ แท่งทองเหลือง ขนาด 1.6 ซม.
ช่องกว้างระหว่างขั้ว 1.7 ซม.
อุณหภูมิภายในห้อง 28° ถึง 30°
กระแสไฟฟ้า มิลลิแอมแปร์
0.3
0.2
0.1
0
40
50
60
70
80
90
ความชื้นสัมพัทธ์ %

การทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า กับ ความต่างศักย์ระหว่างขั้วเมื่อระยะระหว่างขั้วคงที่

ห้องทดลองเมื่อวันที่ 15 ก.พ. 11 เวลา 10 – 12.00 น. อุณหภูมิห้อง 28° – 30° ซ.

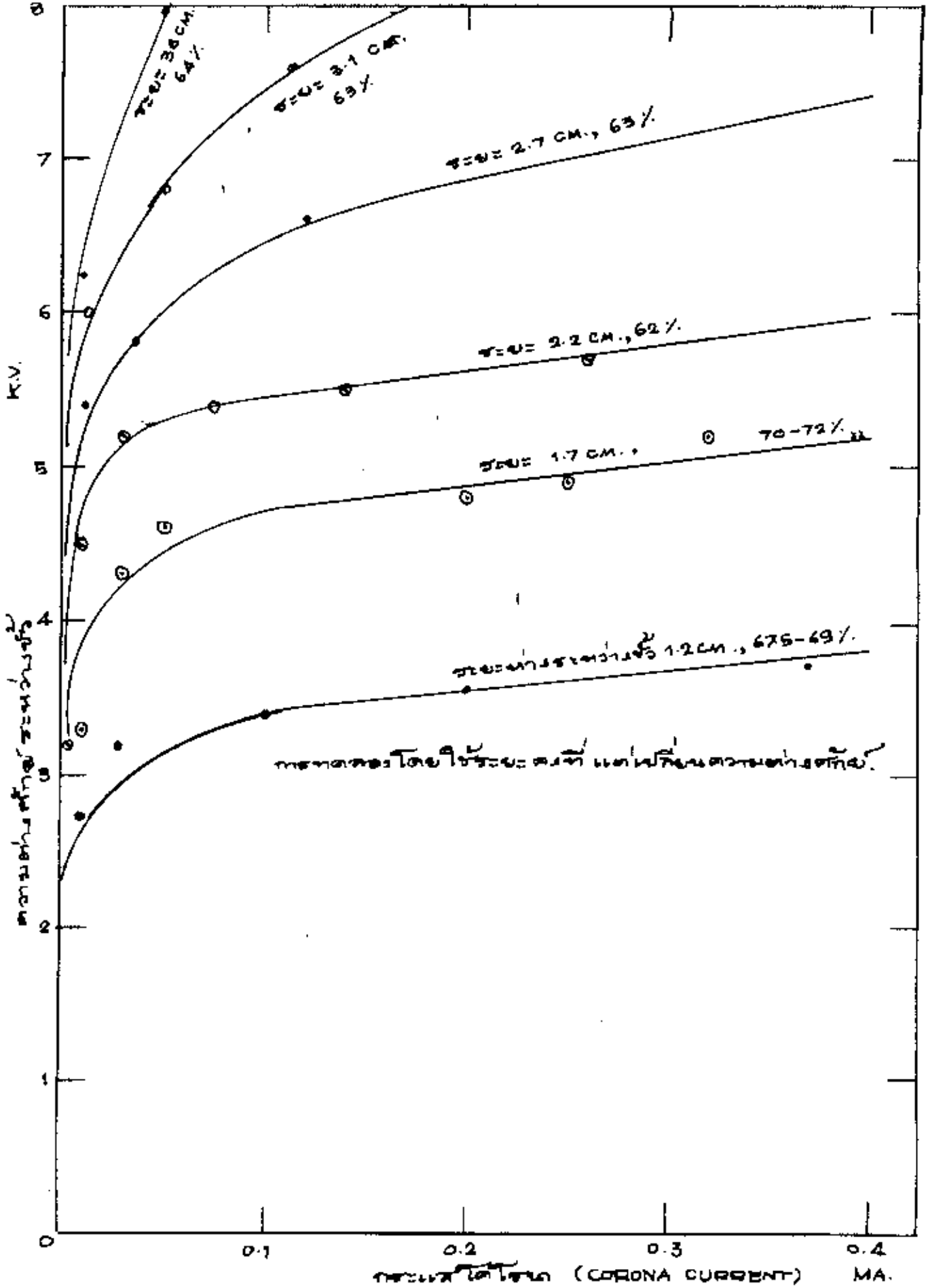
ขั้วบวกเป็นลวดขนาด 0.03 ซ.ม. ขั้วลบเป็นแท่งทองเหลือง ขนาด 1.6 ซ.ม.

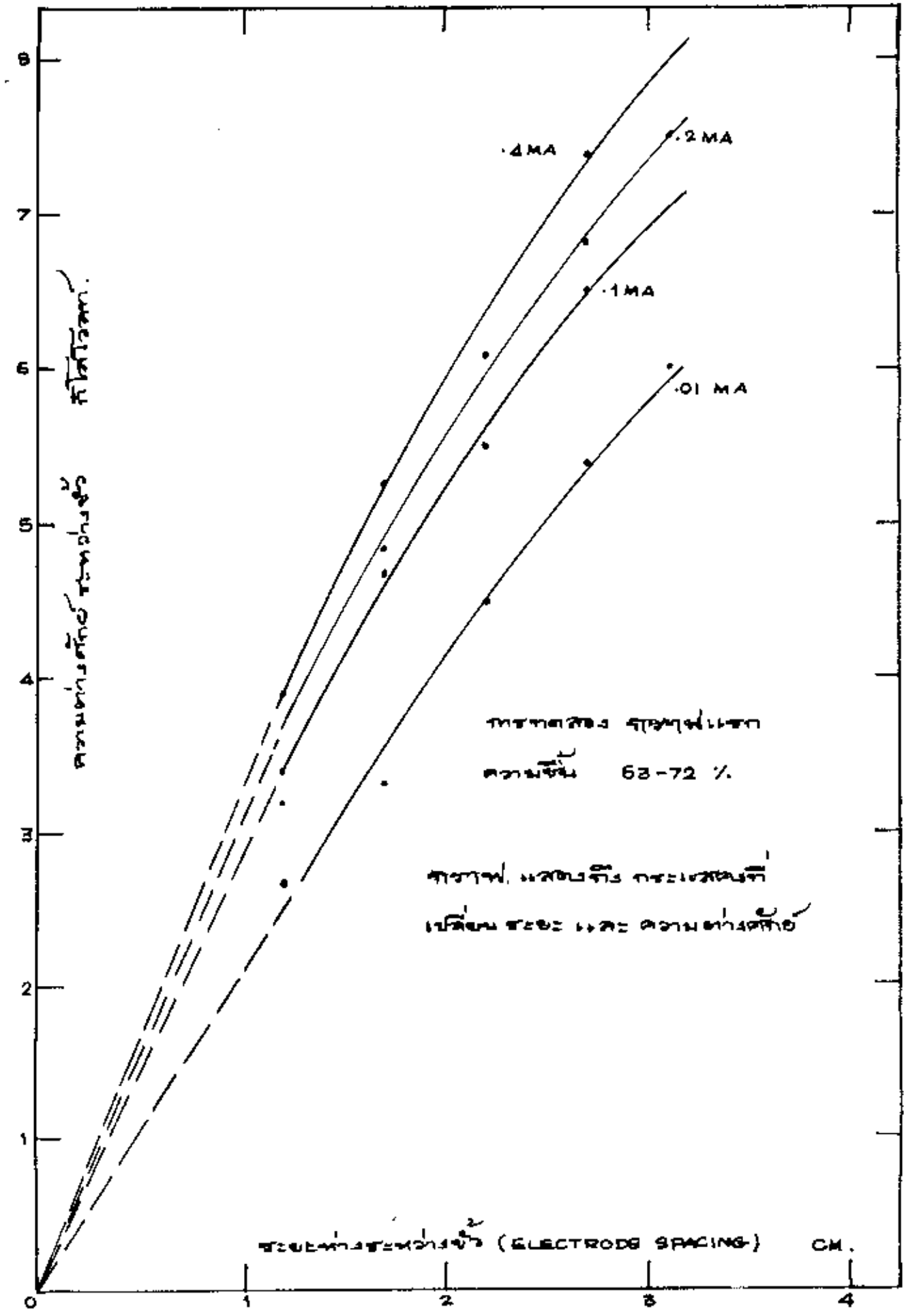
ขั้วห่าง 1.2 ซ.ม. ชื้น 67.5–69.5%		ขั้วห่าง 1.7 ซ.ม. ชื้น 70–72%		ขั้วห่าง 2.2 ซ.ม. ชื้น 62 %	
ศักย์ (KV)	กระแส (MA)	(KV)	(MA)	(KV)	(MA)
3.7	0.35	5.2	.32	5.7	.26
3.55	0.2	4.9	.25	5.5	.14
3.4	0.10	4.8	.2	5.4	.1
3.3	0.30	4.6	.05	5.2	.03
2.8	0.008	4.3	.03	4.5	.01
2.4	0.005	3.2	.01	3.2	.005
		2.6	.005		
ขั้วห่าง 2.7 ซ.ม. ชื้น 63 %		ขั้วห่าง 3.1 ซ.ม. ชื้น 63 %		ขั้วห่าง 3.6 ซ.ม. ชื้น 64%	
6.6	.12	7.6	.11	8	0.05
5.8	.035	6.6	.06	6.2	0.01
5.4	.01	6	.01		

ผลจากตารางเขียนกราฟได้

การเปลี่ยนค่าความต่างศักย์ เราทำโดยวิธีลดศักย์ของไฟสลับลง จะทำให้ศักย์ไฟตรงลดลงด้วย ดังตารางข้างล่างนี้

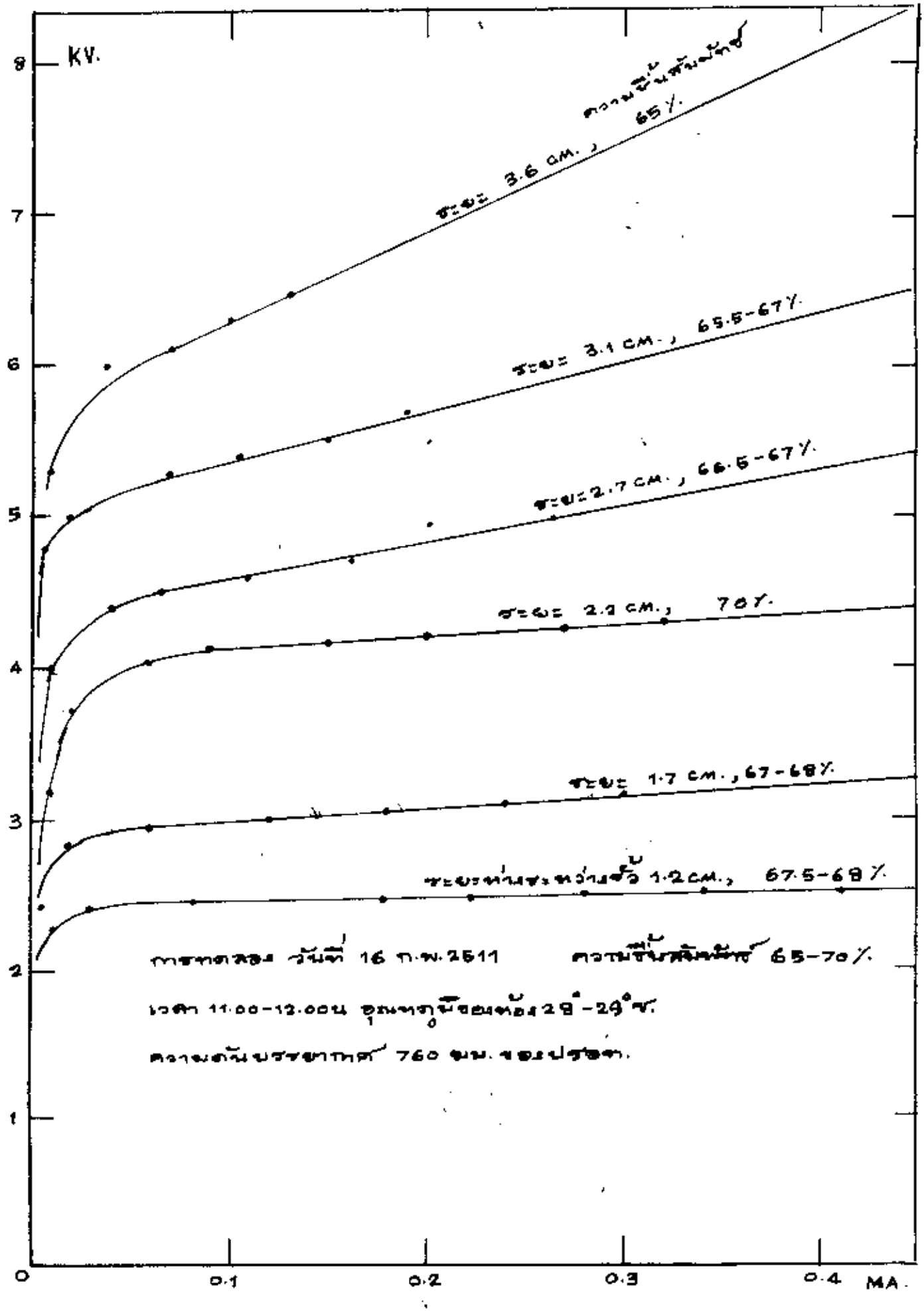
ไฟสลับ V	220	210	200	190	180	170
ความต่างศักย์ไฟสูง KV	9	8.3	7.4	6.4	5.6	5


K.V.
0
1
2
3
4
5
6
7
8
0.1
0.2
0.3
0.4
MA.
(CORONA CURRENT)
70-72%
1.7 CM.,
2.2 CM., 62%
2.7 CM., 63%
3.1 CM.
63%
3.6 CM.
64%
1.2CM., 675-69%


·4 MA
·2 MA
·1 MA
·01 MA
0
1
2
3
4
5
6
7
8
(ELECTRODE SPACING) CM.

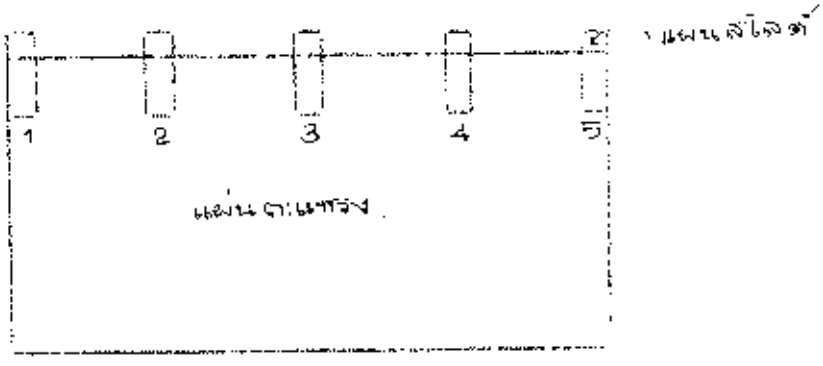
1.2 ม.ม. ปี พ.ศ. 67.5 – 68.5			1.7 ปี พ.ศ. 67 – 68			2.2 ม.ม. ปี พ.ศ. 70		
ความต่างศักย์	กระแส	ไฟสลับ	(KV)	(MA)	(V)	(KV)	(MA)	(V)
2.55	.48	220	3.25	.42	220	4.3	.32	220
2.5	.41	210	3.2	.37	210	4.25	.27	210
2.5	.34	200	3.15	.3	200	4.2	.2	200
2.5	.28	190	3.1	.24	190	4.15	.15	190
2.45	.22	180	3.05	.18	180	4.1	.09	180
2.45	.18	170	3	.12	170	4.05	.06	170
2.45	.08	160	2.95	.06	160	3.7	.02	160
2.4	.03	150	2.85	.015	150	3.1	.01	150
2.2	.01	.45	2.4	.005	145			

2.7 ม.ม. ปี พ.ศ. 66.5 – 67 ก			3.1 ม.ม. ปี พ.ศ. 63			3.6 ม.ม. ปี พ.ศ. 63 ก		
ปี	.265	220	5.7	.09	220	6.5	.13	220
4.95	.2	210	5.5	.15	210	6.3	.1	210
4.7	.16	200	5.4	.105	200	6.1	.17	200
4.6	.11	190	5.3	.07	190	6	.05	190
4.5	.065	180	5.2	.05	180	5.6	.02	180
4.4	.04	170	5	.02	170	5.3	.01	170
4	.01	160	4.8	.005	160			
3	.005	150						


KV.
8
7
6
5
4
3
2
1
0
0.1
0.2
0.3
0.4
MA.
ระยะ= 3.6 cm., ความชื้นสัมพัทธ์ 65%.
ระยะ= 3.1 cm., 65.5-67%.
ระยะ=2.7 cm., 66.5-67%.
ระยะ= 2.2 cm., 70%.
ระยะ= 1.7 cm., 67-68%.
ระยะห่างระหว่างขั้ว 1.2cm., 67.5-68%.
การทดลอง วันที่ 16 ก.พ.2511 ความชื้นสัมพัทธ์ 65-70%.
เวลา 11.00-12.00น. อุณหภูมิของห้อง 28°-29°ซ.
ความดันบรรยากาศ 760 มม.ของปรอท.

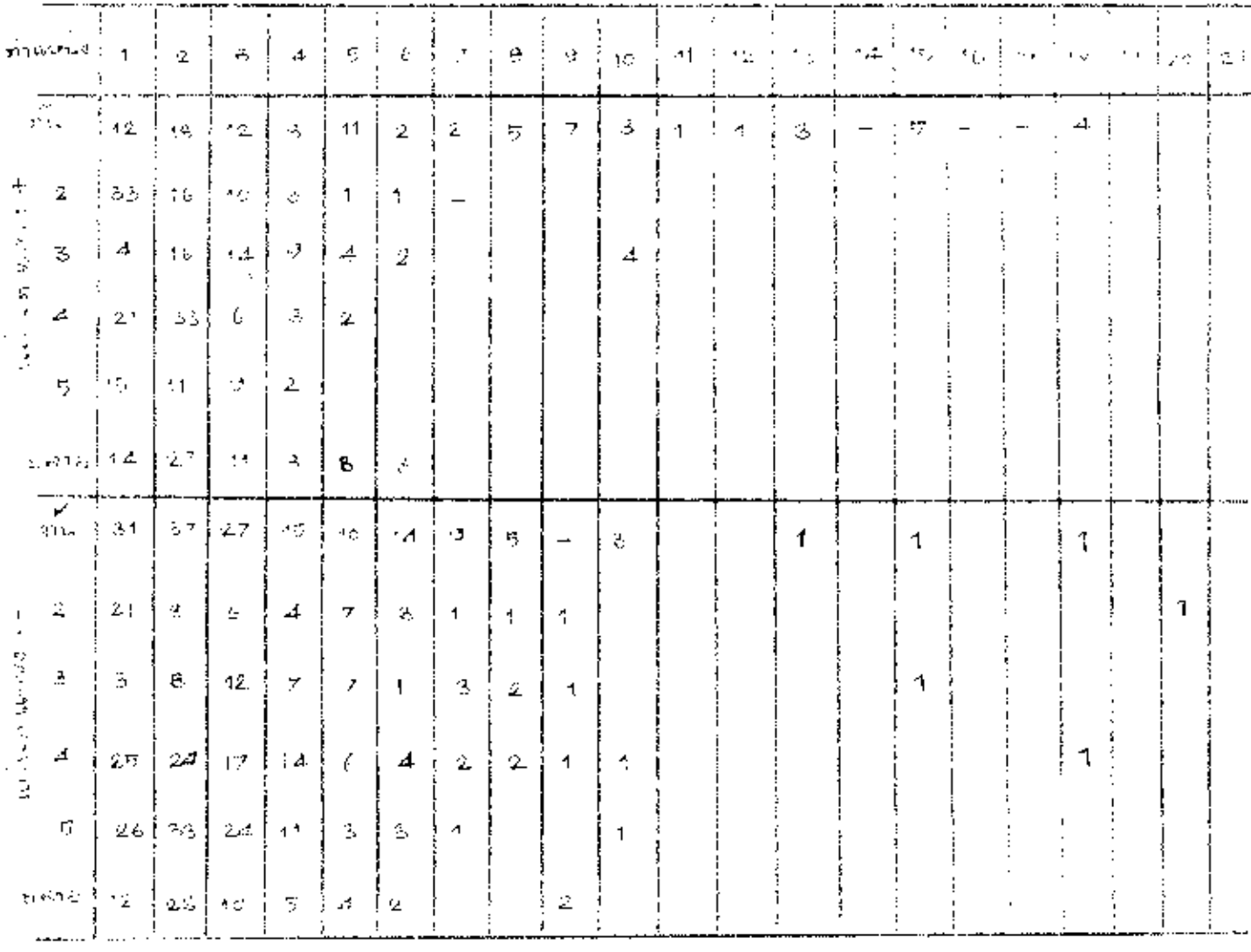
ภาคที่ <u>การทดลองหา น.น. และ ขนาด ของฝุ่น</u>

การทดลองหาขนาด เราใช้แผ่นสไลด์ (Slide) วางทาบแผ่นตะแกรง โดยแบ่งตะแกรงตามยาวออกเป็น 5 – 6 ช่วง



จากการวัดด้วยกล้องจุลทัศน์ ผลที่ได้จะมีความเอนเอียงไปในทางที่ว่า แผ่นแรก ๆ ขนาดฝุ่นที่เกาะได้จะใหญ่ และจะค่อยเล็กลง ๆ ในแผ่นหลัง ๆ และพบว่าฝุ่นขนาดเล็กจะมีมากกว่า จากการวัด เราสามารถที่จะกรองฝุ่นได้อย่างดี เมื่อฝุ่นมีขนาดโตกว่า 1 ไมครอนขึ้นไป

ขนาดฝุ่น เป็นไมครอน



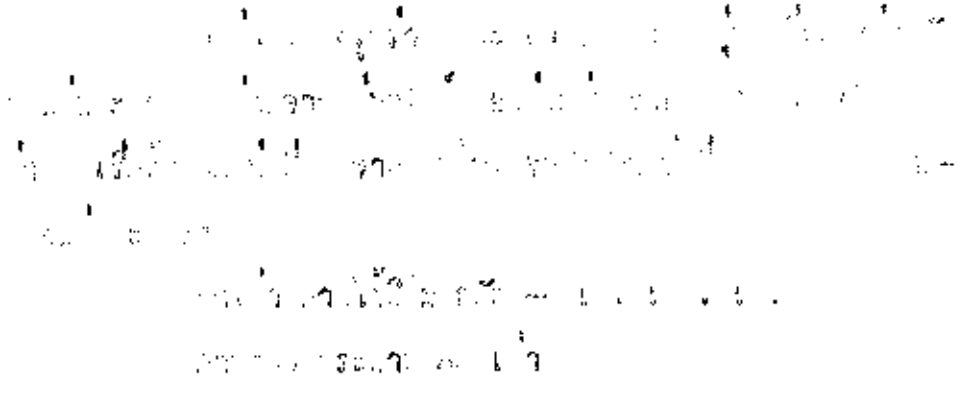
ทำการทดลองกรองฝุ่น บริเวณโรงงานคณะวิทยาศาสตร์ อากาศปลอดโปร่งหลังจากมีฝนตก

เวลา 11.45 – 14.45 วันที่ 27 ก.ค. 10

ภาคประจุ ศักย์ 12 กิโลโวลท์

ภาคกรอง ศักย์ 6 กิโลโวลท์

การวัดผล แต่ละแผ่นทำการวัด 3 ครั้ง แต่ละครั้งประมาณ 1 ตาราง ม.ม.



แผ่นตะเกรงขั้ว

แผ่นตะเกรงขั้ว

ตำแหน่งที่

1

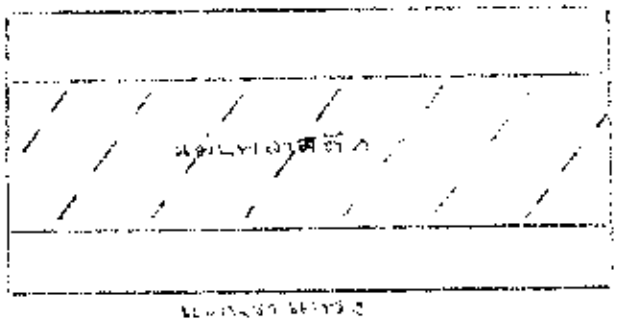
2

3

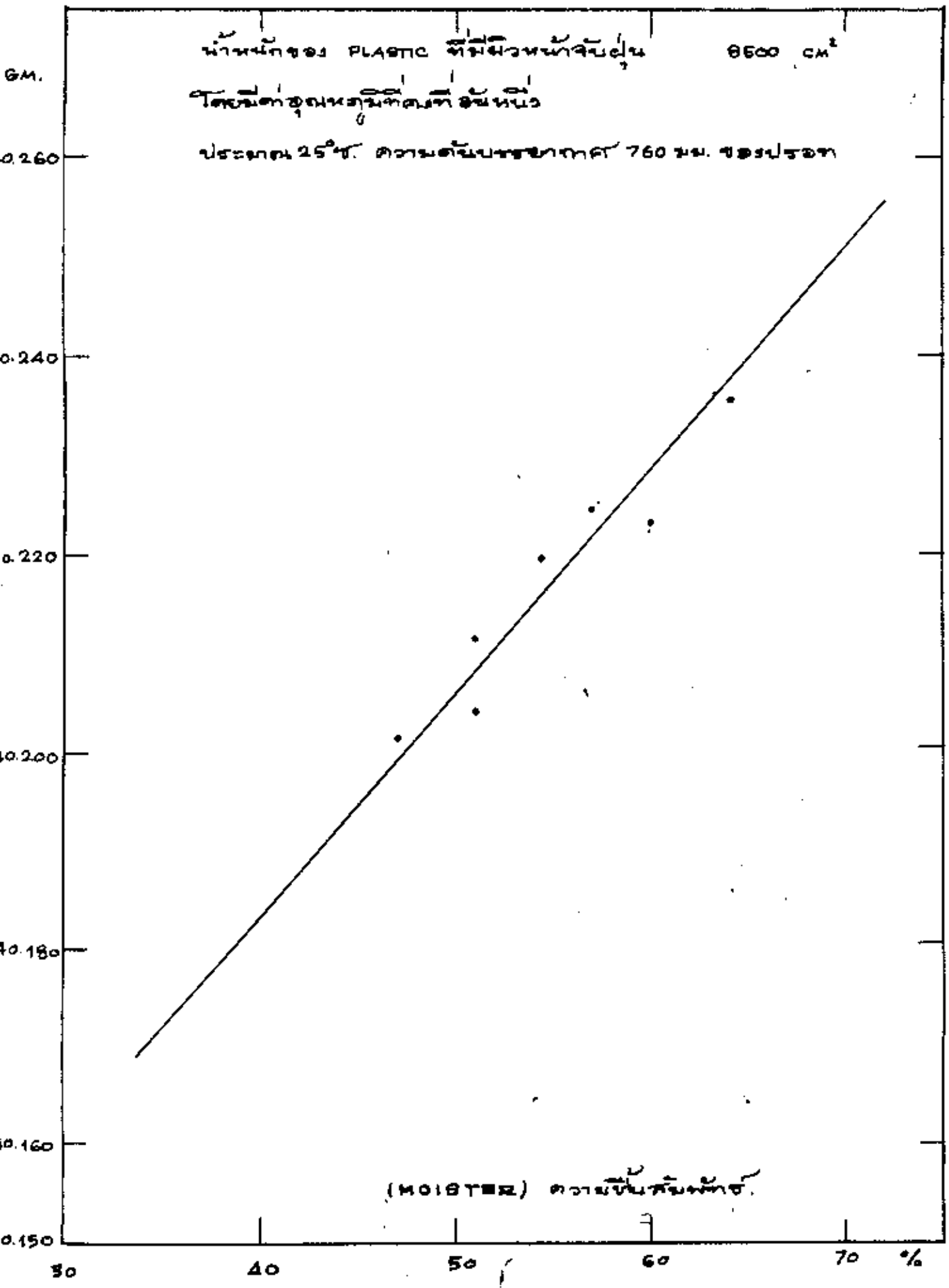
4

5

การหาน้ำหนักของดินที่กรองได้ เราไม่สามารถถอดแผ่นตะแกรงบนมาชั่งเอาดินไปชั่งได้ โดยตรง จึงได้นำแผ่นพลาสติกมาคลุมแบบกับแผ่นตะแกรงดังภาพ



ดินจะจับตามผนังตะแกรงมากกว่าทางปลาย ในการชั่งแผ่นพลาสติก เราต้องแก้น้ำหนักของพลาสติก เนื่องจาก น.น.ของไอน้ำที่ความชื้นต่าง ๆ กัน ซึ่งจะทำให้ น.น. ของแผ่นพลาสติกผิดไป การจับเกาะของไอน้ำไม่เท่ากัน มีสาเหตุจากความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ความดันอากาศ อุณหภูมิห้อง ความเร็วลมที่พัดผ่านแผ่นพลาสติกแตกต่างกันในการทดลองเราต้องพยายามที่สุด จะต้องพยายามให้อยู่ในบริเวณที่ใกล้เคียงกัน เพราะจากการทดลอง เราทราบความสัมพัทธ์ของความชื้นเท่านั้น (จากกราฟ)


น้ำหนักของ PLASTIC ที่มีผิวหน้าขัดมัน 8500 CM²
โดยมีค่าอุณหภูมิคงที่ อันหนึ่ง
ประมาณ 25°ซ. ความดันบรรยากาศ 760 มม. ของปรอท
GM.
0.260
0.240
0.220
0.200
0.180
0.160
0.150
(MOISTURE) ความชื้นสัมพัทธ์
30
40
50
60
70
%

การทดลองที่ 1

แผ่นพลาสติกมีพื้นที่จับฝุ่นทั้งหมด 7500 ซ.ม.^{2} ตั้งที่ความชื้น 52% อุณหภูมิ 27° ซ. ความดัน 762 ม.ม.ของปรอท เวลา 13.10 น. วันที่ 12 ม.ค. 11 หนัก 88.4215 กรัม

ภาคประจุ ใช้ ขั้วบวกลวดขนาด 0.03 ซ.ม.

ขั้วลบแท่งทองเหลืองขนาด 1.6 ซ.ม.

เวลาทำการกรอง 38 ซ.ม. 15 นาที

ชั่งทั้งแผ่นพลาสติกและฝุ่น เมื่อวันที่ 19 ม.ค. 11 เวลา 10,00 น. ความชื้น 55%

หนัก 88.5150 กรัม

แก้ความคลาดเคลื่อนจากความชื้น 3% , + 0.0055 กรัม

∴ น.น. พลาสติก + ฝุ่น = 88.5100 กรัม

∴ น.น. ฝุ่น ≒ 88.5100 − 88.4215 = 0.0885 กรัม

แต่ พ.ท. ทั้งหมดของแผ่นตะแกรง = 38000 ซ.ม.^{2}

$$\therefore \text{น.น. ฝุ่นที่กรองได้ทั้งหมด} = \frac{0.0885 + 38000}{7500}$$

$$= 0.4445 \text{ กรัม}$$

$$\therefore \text{อัตราการกรองฝุ่น} = \frac{0.4445}{38+1/4} \text{ กรัม / ซ.ม.}$$

$$= 0.0146 \text{ กรัมต่อซ.ม.}$$

การทดลองครั้งที่ 2

เริ่มเวลา 10.00 น. 23 ม.ค. 11

ตั้งแผ่นพลาสติกที่ความชื้นสัมพัทธ์ 64.5% อุณหภูมิ 28.5° ซ.

ความดัน 760.5 ม.ม. ของปรอท

แผ่นพลาสติกหนัก 68.3640 กรัม

ทำการทดลอง 15 ช.ม.

ตั้งที่ความชื้นสัมพัทธ์ 70% ความดัน 760 ม.ม.ของปรอท อุณหภูมิห้อง 29° ซ.

น.น. แผ่นพลาสติกและฝุ่นที่กรองได้ = 68.4180 กรัม

แก้ความคลาดเคลื่อน ความชื้น 5.5% = − 0.0120 กรัม

∴ น.น. ฝุ่น = 68.4180 − 68.3640 − 0.0120

= 0.042 กรัม

∴ ฝุ่นที่กรองได้ทั้งหมด = $\frac{0.042 \times 30,000}{\text{ปริมาตร}500}$

= 0.2100 กรัม

∴ อัตราการกรองฝุ่น = $\frac{0.2100}{5}$ กรัม/ช.ม.

= 0.0140 กรัม/ช.ม.