

ภาคผนวก

- ภาคผนวก ก เปอร์เซ็นต์การดูดซับเสียง (Absorption)
- ภาคผนวก ข เปอร์เซ็นต์ความพรุนของแผ่นดูดซับเสียง
- ภาคผนวก ค เครื่องวัดความดังเสียง (Precision Sound Level Meter)
- ภาคผนวก ง เครื่องปั่นฟองยาง
- ภาคผนวก จ เครื่องกำเนิดความถี่ (11MHz Function Generator)



ภาคผนวก ก % การดูดซับเสียง (Absorption)

สูตรการคำนวณ

$$\% \text{ Absorption} = 100 \times (N_0 - N) / N_0 \dots\dots\dots (1)$$

โดยที่ N_0 = เสียงที่แหล่งกำเนิด N = เสียงที่ผ่านแผ่นดูดซับเสียง

ตารางที่ 1 แสดง % การดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงที่แปรปริมาณสารลดแรงตึงผิวที่ความดังต่างๆ

| ความดัง (dbA) | % การดูดซับเสียง | | | | | |
|------------------|----------------------|---------|-------|-------|---------|-------|
| | ปริมาณสารลดแรงตึงผิว | | | | | |
| | 1 phr | 1.5 phr | 2 phr | 3 phr | 4.5 phr | 5 phr |
| 45.5 | 16.85 | 17.22 | 17.14 | 17.95 | 15.02 | 14.87 |
| 46 | 18.55 | 16.16 | 17.39 | 16.01 | 13.70 | 13.04 |
| 50.5 | 18.68 | 19.21 | 19.80 | 19.14 | 17.43 | 17.03 |
| 54.3 | 17.62 | 19.34 | 18.91 | 18.48 | 17.43 | 15.59 |
| 56.8 | 19.78 | 19.31 | 20.48 | 21.48 | 18.60 | 13.91 |
| 61.5 | 23.90 | 24.50 | 23.58 | 20.98 | 19.78 | 18.32 |
| 65.7 | 22.43 | 25.88 | 24.56 | 22.17 | 20.65 | 19.18 |
| 74 | 25.36 | 18.33 | 19.19 | 18.83 | 15.14 | 14.05 |
| 77.3 | 23.24 | 16.69 | 18.20 | 18.24 | 14.66 | 13.76 |
| 79.4 | 19.77 | 16.67 | 16.33 | 17.09 | 13.48 | 13.43 |
| 80.9 | 18.34 | 15.37 | 15.70 | 17.02 | 14.05 | 13.39 |
| 81.6 | 17.36 | 18.26 | 18.26 | 17.97 | 14.87 | 13.52 |
| 83.4 | 17.95 | 17.75 | 19.78 | 19.02 | 16.35 | 14.35 |
| 84 | 16.43 | 18.13 | 17.78 | 16.98 | 15.52 | 15.32 |

ตารางที่ 2 แสดง % การดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงที่แปรปริมาณสารลดแรงตึงผิวที่ความถี่
ต่างๆ

| ความถี่ ($\times 10^3$ Hz) | % การดูดซับเสียง | | | | | |
|--------------------------------|----------------------|---------|-------|-------|---------|-------|
| | ปริมาณสารลดแรงตึงผิว | | | | | |
| | 1 phr | 1.5 phr | 2 phr | 3 phr | 4.5 phr | 5 phr |
| 0.02 | 20.15 | 22.18 | 21.08 | 20.15 | 17.49 | 15.59 |
| 0.03 | 18.42 | 21.28 | 20.06 | 20.59 | 16.63 | 15.93 |
| 0.04 | 17.80 | 22.15 | 19.77 | 19.98 | 17.15 | 16.22 |
| 0.05 | 21.26 | 20.90 | 18.28 | 20.82 | 17.36 | 16.05 |
| 0.06 | 18.07 | 22.00 | 18.59 | 20.73 | 17.00 | 17.08 |
| 0.07 | 21.21 | 23.34 | 19.80 | 22.50 | 19.08 | 17.52 |
| 0.08 | 18.51 | 22.59 | 19.18 | 19.53 | 15.57 | 14.08 |
| 0.09 | 18.00 | 19.56 | 21.48 | 19.91 | 16.55 | 15.06 |
| 0.1 | 17.74 | 15.78 | 18.01 | 16.78 | 15.05 | 12.78 |
| 0.2 | 14.01 | 18.45 | 17.72 | 20.90 | 14.89 | 13.62 |
| 0.3 | 18.19 | 19.69 | 23.66 | 22.68 | 15.90 | 18.64 |
| 0.4 | 15.33 | 15.72 | 13.54 | 14.76 | 14.43 | 10.75 |
| 0.5 | 8.30 | 9.19 | 17.95 | 19.71 | 11.95 | 9.41 |
| 0.6 | 17.96 | 17.14 | 23.51 | 16.68 | 13.50 | 14.78 |
| 0.7 | 13.18 | 17.21 | 17.07 | 15.83 | 13.51 | 11.95 |
| 0.8 | 27.28 | 24.18 | 24.04 | 27.77 | 21.33 | 19.29 |
| 0.9 | 18.48 | 21.00 | 24.03 | 19.52 | 16.60 | 22.45 |
| 1 | 26.01 | 24.31 | 26.74 | 22.79 | 18.30 | 17.90 |
| 2 | 23.21 | 22.50 | 30.50 | 28.21 | 17.33 | 21.64 |
| 3 | 28.74 | 30.34 | 29.62 | 27.77 | 26.99 | 25.23 |
| 4 | 25.56 | 37.88 | 33.62 | 32.71 | 23.20 | 31.55 |
| 5 | 27.26 | 27.85 | 31.65 | 28.68 | 20.36 | 20.46 |
| 6 | 17.74 | 28.28 | 24.50 | 19.53 | 7.90 | 11.47 |

| ความถี่ ($\times 10^3$ Hz) | % การดูดซับเสียง | | | | | |
|--------------------------------|----------------------|---------|-------|-------|---------|-------|
| | ปริมาณสารลดแรงตึงผิว | | | | | |
| | 1 phr | 1.5 phr | 2 phr | 3 phr | 4.5 phr | 5 phr |
| 7 | 25.00 | 30.19 | 24.69 | 33.88 | 20.97 | 25.75 |
| 8 | 15.04 | 13.17 | 29.88 | 20.24 | 10.28 | 14.80 |
| 9 | 31.61 | 37.02 | 36.42 | 33.75 | 25.51 | 27.12 |
| 10 | 23.93 | 25.63 | 30.33 | 30.67 | 17.44 | 23.56 |
| 20 | 38.71 | 48.31 | 40.32 | 39.04 | 40.80 | 36.39 |

ตารางที่ 3 แสดง % การดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงที่แปรความหนาของแผ่นดูดซับเสียงที่ความถี่ต่างๆ

| ความถี่ (dbA) | % การดูดซับเสียง | | | |
|------------------|---------------------------|-------|-------|-------|
| | ความหนาของแผ่นดูดซับเสียง | | | |
| | 1.5 cm | 2 cm | 3 cm | 5 cm |
| 45.5 | 14.40 | 17.22 | 18.06 | 19.22 |
| 46 | 13.22 | 17.39 | 16.86 | 19.52 |
| 50.5 | 18.06 | 19.80 | 20.96 | 22.99 |
| 54.3 | 16.62 | 19.34 | 20.74 | 23.74 |
| 56.8 | 19.26 | 19.31 | 25.44 | 26.72 |
| 61.5 | 23.43 | 24.50 | 27.63 | 31.09 |
| 65.7 | 21.97 | 25.88 | 28.47 | 31.25 |
| 74 | 19.30 | 20.54 | 25.29 | 27.76 |
| 77.3 | 16.20 | 20.57 | 26.50 | 28.39 |
| 79.4 | 18.22 | 17.84 | 25.70 | 25.65 |
| 80.9 | 18.29 | 18.09 | 25.03 | 26.55 |
| 81.6 | 16.05 | 18.26 | 25.00 | 26.26 |
| 83.4 | 19.46 | 19.78 | 27.65 | 29.57 |
| 84 | 19.88 | 17.78 | 25.01 | 26.99 |

ตารางที่ 4 แสดง % การดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงที่แปรความหนาของแผ่นดูดซับเสียงที่
ความถี่ต่างๆ

| ความถี่ ($\times 10^3$ Hz) | % การดูดซับเสียง | | | |
|--------------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|
| | ความหนาของแผ่นดูดซับเสียง | | | |
| | 1.5 cm | 2 cm | 3 cm | 5 cm |
| 0.02 | 21.25 | 22.18 | 21.08 | 24.00 |
| 0.03 | 20.02 | 21.28 | 20.30 | 22.55 |
| 0.04 | 19.81 | 22.15 | 20.90 | 22.92 |
| 0.05 | 21.73 | 20.90 | 21.61 | 21.89 |
| 0.06 | 21.20 | 22.00 | 22.20 | 22.47 |
| 0.07 | 21.63 | 23.34 | 21.70 | 23.76 |
| 0.08 | 21.33 | 22.59 | 18.31 | 19.49 |
| 0.09 | 20.19 | 19.56 | 21.52 | 22.22 |
| 0.1 | 19.17 | 15.78 | 20.71 | 22.02 |
| 0.2 | 20.28 | 18.45 | 18.10 | 23.08 |
| 0.3 | 22.23 | 19.69 | 18.60 | 21.67 |
| 0.4 | 18.01 | 15.72 | 12.47 | 15.93 |
| 0.5 | 8.01 | 9.19 | 12.52 | 15.52 |
| 0.6 | 17.04 | 17.14 | 20.82 | 18.45 |
| 0.7 | 16.41 | 17.21 | 17.86 | 18.26 |
| 0.8 | 29.71 | 24.18 | 28.44 | 31.47 |
| 0.9 | 22.08 | 21.00 | 25.44 | 26.71 |
| 1 | 22.83 | 24.31 | 26.09 | 26.27 |
| 2 | 24.31 | 22.50 | 25.81 | 30.74 |
| 3 | 26.73 | 30.34 | 30.53 | 26.79 |
| 4 | 38.76 | 37.88 | 34.74 | 33.08 |
| 5 | 28.98 | 27.85 | 31.58 | 28.42 |
| 6 | 15.83 | 28.28 | 23.34 | 26.92 |
| 7 | 31.35 | 30.19 | 32.65 | 34.39 |
| 8 | 23.46 | 13.17 | 9.11 | 19.72 |
| 9 | 37.23 | 37.02 | 39.79 | 45.86 |

| ความถี่ ($\times 10^3$ Hz) | % การดูดซับเสียง | | | |
|--------------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|
| | ความหนาของแผ่นดูดซับเสียง | | | |
| | 1.5 cm | 2 cm | 3 cm | 5 cm |
| 10 | 37.04 | 25.63 | 16.15 | 25.15 |
| 20 | 40.24 | 48.31 | 41.20 | 50.40 |

ตารางที่ 5 แสดง % การดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงที่แปรรูปแบบของแผ่นดูดซับเสียงที่ความถี่ต่างๆ

| ความถี่ (dbA) | % การดูดซับเสียง | | | |
|------------------|--------------------------|------|------|------|
| | รูปแบบของแผ่นดูดซับเสียง | | | |
| | A | B | C | D |
| 45.5 | 16.2 | 18.1 | 20.3 | 17.2 |
| 46 | 16.8 | 19.2 | 21.2 | 17.4 |
| 50.5 | 18.2 | 22.8 | 23.8 | 19.8 |
| 54.3 | 18.0 | 23.0 | 24.7 | 19.3 |
| 56.8 | 18.0 | 21.1 | 21.5 | 19.3 |
| 61.5 | 24.1 | 26.1 | 27.0 | 24.5 |
| 65.7 | 24.0 | 26.1 | 27.3 | 25.9 |
| 74 | 18.3 | 21.5 | 22.5 | 20.5 |
| 77.3 | 19.4 | 21.2 | 22.2 | 20.6 |
| 79.4 | 16.2 | 18.2 | 19.1 | 17.8 |
| 80.9 | 17.7 | 19.1 | 20.1 | 18.1 |
| 81.6 | 17.0 | 17.6 | 16.9 | 18.3 |
| 83.4 | 16.1 | 19.9 | 19.7 | 19.8 |
| 84 | 15.9 | 17.1 | 17.7 | 17.8 |

ตารางที่ 6 แสดง % การดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงที่แปรรูปแบบของแผ่นดูดซับเสียงที่
ความถี่ต่างๆ

| ความถี่ ($\times 10^3$ Hz) | % การดูดซับเสียง | | | |
|--------------------------------|--------------------------|-------|-------|-------|
| | รูปแบบของแผ่นดูดซับเสียง | | | |
| | A | B | C | D |
| 0.02 | 18.00 | 22.80 | 23.50 | 22.18 |
| 0.03 | 17.44 | 21.51 | 22.30 | 21.28 |
| 0.04 | 20.10 | 23.81 | 24.30 | 22.15 |
| 0.05 | 19.35 | 20.14 | 21.19 | 20.90 |
| 0.06 | 17.40 | 22.34 | 23.41 | 22.00 |
| 0.07 | 19.31 | 24.00 | 24.69 | 23.34 |
| 0.08 | 16.51 | 23.14 | 24.83 | 22.59 |
| 0.09 | 19.91 | 20.23 | 20.34 | 19.56 |
| 0.1 | 16.17 | 19.28 | 14.51 | 15.78 |
| 0.2 | 20.82 | 19.79 | 21.89 | 18.45 |
| 0.3 | 19.20 | 21.37 | 22.35 | 19.69 |
| 0.4 | 12.54 | 12.72 | 15.93 | 15.72 |
| 0.5 | 10.77 | 10.05 | 14.81 | 9.19 |
| 0.6 | 17.21 | 17.96 | 18.88 | 17.14 |
| 0.7 | 17.76 | 19.14 | 20.95 | 17.21 |
| 0.8 | 28.86 | 25.10 | 27.91 | 24.18 |
| 0.9 | 20.56 | 21.54 | 22.31 | 21.00 |
| 1 | 23.91 | 23.15 | 22.14 | 24.31 |
| 2 | 28.85 | 25.40 | 29.81 | 22.50 |
| 3 | 26.22 | 31.54 | 32.60 | 30.34 |
| 4 | 32.55 | 39.34 | 42.88 | 37.88 |
| 5 | 23.80 | 29.63 | 35.05 | 27.85 |
| 6 | 19.06 | 27.85 | 30.59 | 28.28 |
| 7 | 24.76 | 30.91 | 32.55 | 30.19 |
| 8 | 13.94 | 12.68 | 25.08 | 13.17 |

| ความถี่ ($\times 10^3$ Hz) | % การดูดซับเสียง | | | |
|--------------------------------|--------------------------|-------|-------|-------|
| | รูปแบบของแผ่นดูดซับเสียง | | | |
| | A | B | C | D |
| 9 | 34.50 | 39.28 | 41.39 | 37.02 |
| 10 | 22.33 | 27.74 | 34.63 | 25.63 |
| 20 | 45.69 | 49.84 | 53.41 | 46.31 |

ตารางที่ 7 แสดง % การดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงที่แปรสารตัวเติมของแผ่นดูดซับเสียงที่ความถี่ต่างๆ

| ความถี่ (dbA) | % การดูดซับเสียง | | |
|------------------|------------------------------|--|--------------------|
| | สารตัวเติมของแผ่นดูดซับเสียง | | |
| | เขม่าดำ (Carbon black) | แคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) | ซิลิกา (Silica) |
| 45.5 | 19.1 | 20.4 | 56.0 |
| 46 | 17.5 | 19.0 | 52.0 |
| 50.5 | 21.8 | 23.7 | 50.2 |
| 54.3 | 21.9 | 21.5 | 44.6 |
| 56.8 | 21.0 | 19.4 | 41.8 |
| 61.5 | 25.8 | 24.1 | 42.1 |
| 65.7 | 23.5 | 17.8 | 36.0 |
| 74 | 32.1 | 27.0 | 43.2 |
| 77.3 | 20.7 | 20.1 | 30.4 |
| 79.4 | 19.7 | 18.0 | 26.3 |
| 80.9 | 19.2 | 15.3 | 24.2 |
| 81.6 | 19.0 | 18.3 | 26.4 |
| 83.4 | 21.2 | 18.9 | 26.2 |
| 84 | 21.8 | 19.7 | 24.4 |

ตารางที่ 8 แสดง % การดูดซับเสียงของแผ่นดูดซับเสียงที่แปรสารตัวเติมของแผ่นดูดซับเสียงที่
ความถี่ต่างๆ

| ความถี่ ($\times 10^3$ Hz) | % การดูดซับเสียง | | |
|--------------------------------|------------------------------|---|--------------------|
| | สารตัวเติมของแผ่นดูดซับเสียง | | |
| | เขม่าดำ (Carbon black) | แคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO ₃) | ซิลิกา (Silica) |
| 0.02 | 18.97 | 17.79 | 23.57 |
| 0.03 | 20.38 | 17.52 | 20.67 |
| 0.04 | 19.01 | 17.76 | 23.00 |
| 0.05 | 21.06 | 18.24 | 21.06 |
| 0.06 | 20.61 | 18.43 | 20.25 |
| 0.07 | 21.74 | 19.80 | 22.27 |
| 0.08 | 18.86 | 15.57 | 18.55 |
| 0.09 | 20.23 | 17.84 | 21.52 |
| 0.1 | 18.71 | 13.32 | 15.43 |
| 0.2 | 19.59 | 17.22 | 21.35 |
| 0.3 | 20.25 | 21.37 | 16.31 |
| 0.4 | 16.90 | 16.83 | 14.90 |
| 0.5 | 9.91 | 12.59 | 9.73 |
| 0.6 | 17.25 | 14.10 | 16.15 |
| 0.7 | 19.86 | 11.15 | 12.27 |
| 0.8 | 25.59 | 25.80 | 28.02 |
| 0.9 | 20.23 | 24.66 | 18.41 |
| 1 | 22.14 | 26.56 | 26.78 |
| 2 | 26.26 | 18.63 | 27.90 |
| 3 | 22.82 | 33.17 | 25.39 |
| 4 | 35.87 | 34.56 | 32.52 |
| 5 | 27.00 | 25.78 | 22.54 |
| 6 | 19.02 | 14.51 | 16.73 |
| 7 | 24.35 | 31.93 | 26.40 |
| 8 | 21.63 | 12.20 | 18.62 |

| ความถี่ ($\times 10^3 \text{ Hz}$) | % การดูดซับเสียง | | |
|---|------------------------------|--|--------------------|
| | สารตัวเติมของแผ่นดูดซับเสียง | | |
| | เขม่าดำ (Carbon black) | แคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) | ซิลิกา (Silica) |
| 9 | 33.72 | 24.67 | 42.35 |
| 10 | 34.04 | 21.81 | 25.48 |
| 20 | 42.73 | 21.20 | 39.00 |



ภาคผนวก ข %ความพรุนของแผ่นคูดซับเสียง

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$\% \text{ความพรุน} = 100 \times (V_0 / V_1) \dots\dots\dots (2)$$

โดยที่ V_0 = ปริมาตรของน้ำ

V_1 = ปริมาตรของแผ่นคูดซับเสียง

ตารางที่ 9 %ความพรุนของแผ่นคูดซับเสียงที่สารลดแรงตึงผิวต่างๆ

| ปริมาณสารลดแรงตึงผิว | ความพรุน (%) |
|----------------------|--------------|
| 1 | 75.95 |
| 1.5 | 73.38 |
| 2 | 73.00 |
| 3 | 70.58 |
| 4.5 | 68.54 |
| 5 | 65.35 |

ตารางที่ 10 %ความพรุนของแผ่นคูดซับเสียงที่สารตัวเติมชนิดต่างๆ

| ชนิดสารตัวเติม | ความพรุน (%) |
|-------------------|--------------|
| เขม่าดำ | 69.83 |
| แคลเซียมคาร์บอเนต | 63.33 |
| ซิลิกา | 74.91 |

ตารางที่ 11 ขนาดรูพรุนของแผ่นคูดซับเสียงที่สารลดแรงตึงผิวต่างๆ

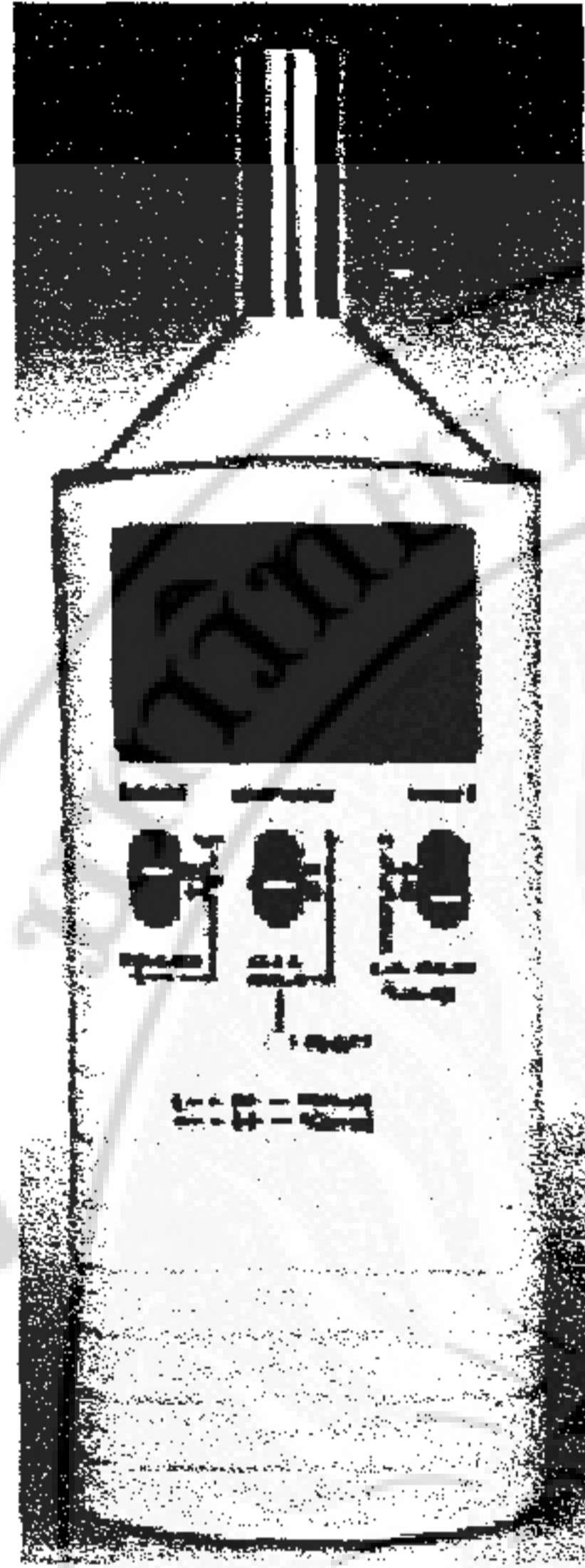
| ปริมาณสารลดแรงตึงผิว | ขนาดรูพรุน ($\times 10^{-3}$ mm) |
|----------------------|-----------------------------------|
| 1 | 1.25 |
| 1.5 | 1.9 |
| 2 | 2.1 |
| 3 | 2.38 |
| 5 | 2.7 |

ตารางที่ 12 ขนาดรูพรุนของแผ่นดูดซับเสียงที่สารตัวเติมชนิดต่างๆ

| ชนิดสารตัวเติม | ขนาดรูพรุน ($\times 10^{-3}$ mm) |
|-------------------|-----------------------------------|
| เขม่าดำ | 1.3 |
| แคลเซียมคาร์บอเนต | 1.7 |
| ซิลิกา | 1.1 |

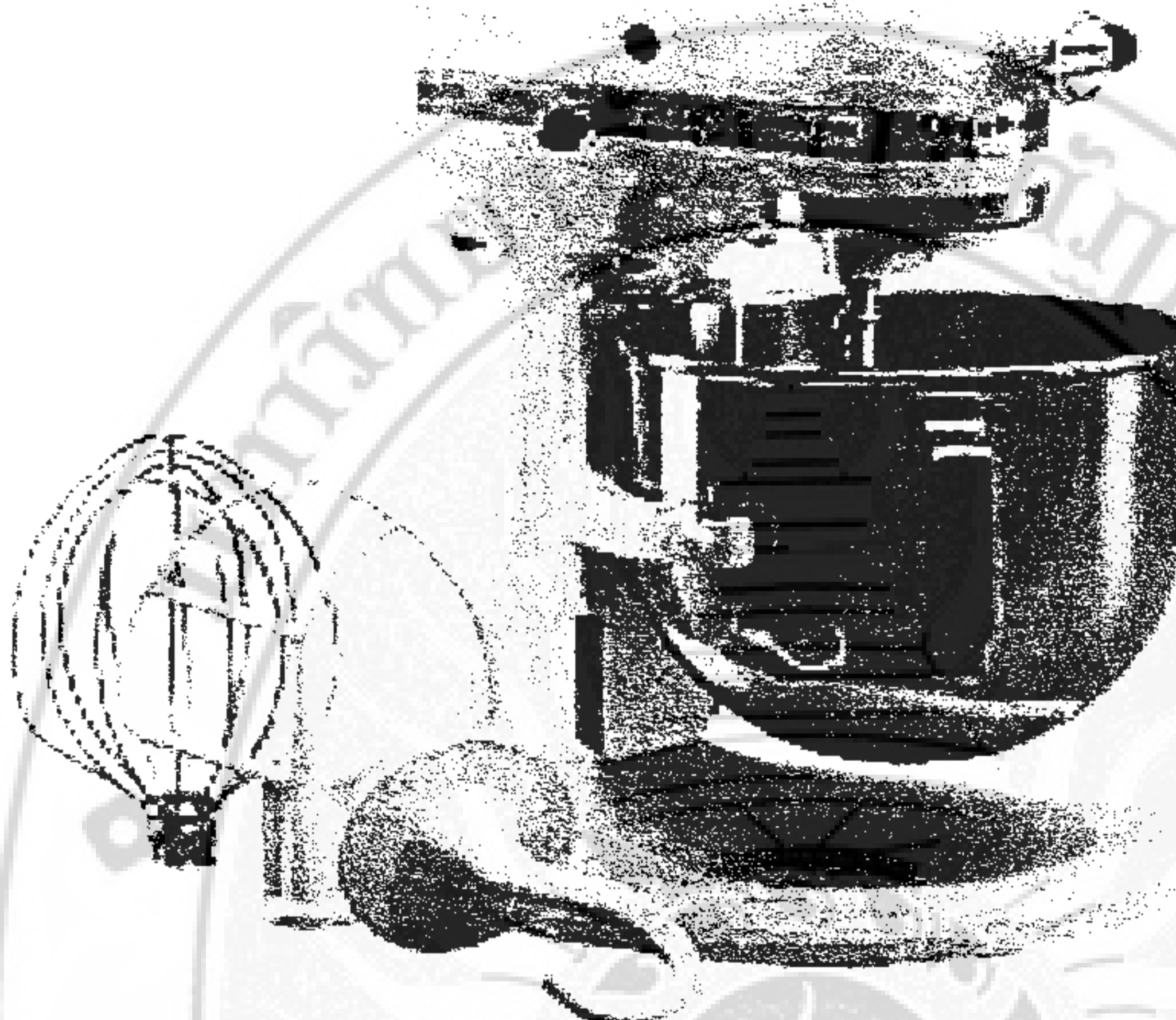


ภาคผนวก ค เครื่องวัดความดังเสียง (Precision Sound Level Meter)



ยี่ห้อ tes รุ่น tes 1350A ผลิตโดย ประเทศไต้หวัน

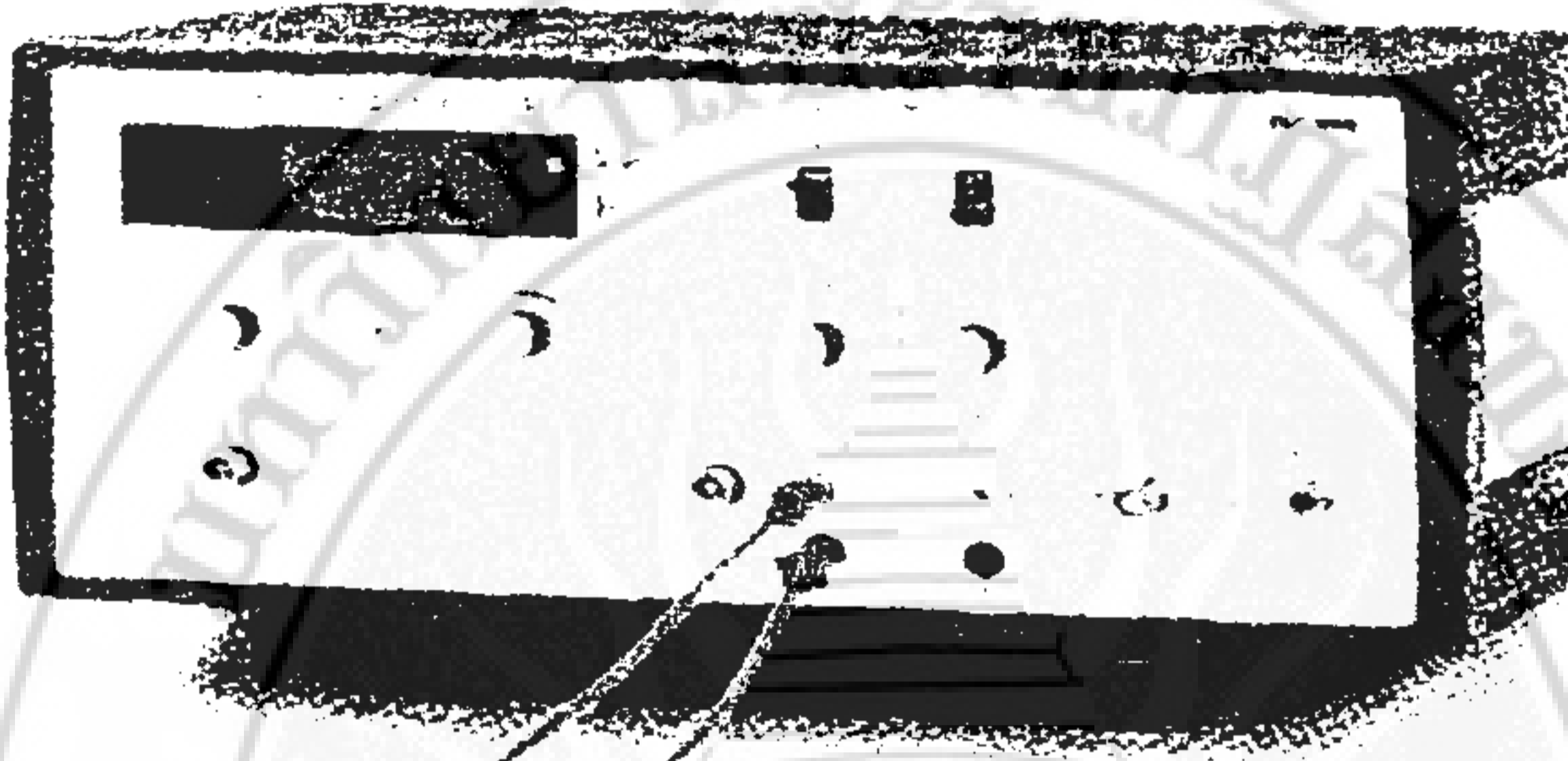
ภาคผนวก ง เครื่องปั้นฟองยาง



White
Model K5SSWH

ยี่ห้อ Kitchen aid รุ่น K5SS ผลิต โดยบริษัท Kitchen Aid Inc. ประเทศสหรัฐอเมริกา

ภาคผนวก จ เครื่องกำเนิดความถี่ (11MHz Function Generator)



ผลิตโดยบริษัท Power Supply Co., Ltd. ประเทศ เยอรมนี