เอกสารอ้างอิง

๑ American Public Health Association. "Standard Method for the Examination of Water and Waste Water." American Public Health Association Inc., Washington D.C., 1975.

๒ Andrews, J.F., "Kinetics and Characteristic of Multistage Methane Fermentations" Sanitary Engineering Research Lab., University of California, Berkley, 1964.

๓ Andrews, J.F. "Dynamic Model of the Anaerobic Digestion Process" Proc. Amer. Soc. Civil Engr., 95(1969) :

๔ Andrews, J.F. "Kinetic Models of Waste Treatment" Biotechnol. Bioeng. Symp. 2(1971): 25-26.

๕ Bryant, M.P. "Microbial methane production-theoretical aspects" Jour. Anim. Sci. 48(1979)

๖ Burford, J.L., Varani, F.T., "Energy potential through bioconversion of agricultural wastes." Final report to the Four Corners Regional Commission by Biogas of Colorado Inc. and the Colorado Energy Research Institute, 1976.

๗ Buswell, A.M. Mueller, H.F. "Mechanisms of Methane Fermentation" Industrial and Engineering Chemistry 44(1952): 550-552.

๘ Chan, D.B. Pearson, E.A. "Comphrehensive Studies of Solid Wastes Management-Hydrolysis Rate of Cellulose in Anaerobic Fermentation" SERL. Report No. 70-3, University of Carifornia, Berkeley, 1970.

๙ Chen, Y.R., Hashimoto, A.G. "Kinetics of Methane Fermentation" Biotechnol Bioeng Symp. 8(1978): 269-282.

๑๐ Clark, J.W., Viessman, W., Jr. in Water Supply and Pollut, Contr., Inter Textbook Co. : Scranton, Pennsylvania, 1966.

๑๑ Cooney, C.L, Wise, D.L. "Thermophilic Anaerobic Digestion of Solid Waste for Fuel Gas Production" Biotechnol. Bioeng. 17(1975): 1119-1135.

๑๒ Dague, R.R. "Application of Digestion Theory to Digester control" Jour. Water Poll. Control Fed. 12(1968): 2021-2031.

๑๓ Dague, R.R., Hopkins R.L. Tonn, R.W., "Digestion Fundamentals applied to Digester recovery-Two case studies" Jour.Water Poll Control Fed. 9(1970): 1667-1675.

๑๔ Fair, G.M., Moore, E.W. "Effect of Temperature of Incubation Apon the Course of Digestion." Jour. Sew. Works. 4(1932): 589.

๑๕ Garber, W.F., Ohara, G.T., Colbaugh, J.E., Raksit, S.K., "Thermophilic digestion at the Hyperion Treatment Plant" Jour. Water Poll Control Fed. 5(1975): 950-961.

๑๖ Garber, W.F. "Operating experience with thermophilic anaerobic digestion" Jour. Water Poll. Control Fed. 8(1982): 1170-1175.

๑๗ Graef, S.P., Andrews, J.F. "Stability and control of anaerobic digestion" Jour. Water Poll. Control. Fed 4(1974): 666-683.

๑๘ Hashimoto, A.G. "Methane Production and Effluent Quality from Fermentation of Beef Cattle Manure and Molasses" Biotechnol. Bioeng. Symp. 11(1981): 481-492.

๑๔ Hashimoto, S., Furukawa, K. "Substrate-Microbial behavior in the Anaerobic Digestion of Night Soil" Department of Environmental Engineering, Osaka Univ. Japan, 1982.

๒๐ Hatfield, W.D., et al. "Gas from Sewage Sludge Digestion." Ind. Eng. Chem., 20(1928): 174.

๒๑ Hawkes, D.L. "Factors affecting net energy production from mesophilic anaerobic digestion" Proceedings of the first international symposium on Anaerobic digestion: pp. 131-149, September 1979.

๒๒ Heukelekian, H. "Digestion of Solids Between Thermophilic and Non-Thermophilic Range." Jour. Sew. Works. 5(1933): 757.

๒๓ Heukelekian, H., Heinemann, B. "Studies on the Methane-Producing Bacteria II Enumeration in the Digesting Sewage Solids" Jour. Sew Works 11(1939): 436.

๒๔ Huang, J.H., Shih, C.H. "The potential of biological methane generation from chicken manure" Biotechnol. Bioeng. 23(1981): 2307-2314.

๒๕ Jeris, J.S., McCarty, P.L., "The biochemistry of methane fermentation using C^{14} tracers" Jour. Water Poll. Control Fed. 37(1965): 178-192.

๒๖ Kirsch, E.J., Sykes, R.M., "Anaerobic Digestion in Biological Waste Treatment" Prog. Ind. Microbial 9(1971) 155-237.

๒๗ Kotze, J. "Anaerobic Digestion II. The characteristic and and Control of Anaerobic Digestion" Water Res. 3(1969): 459-493.

๒๔ Lawrence, A.W., McCarty, P.L. "Kinetics of methane fermention in anaerobic treatment" Jour. Water Poll. Control Fed. 2(1969); R1-R17

๒๕ Lawrence, A.W. "Anaerobic Biological Waste Treatment System" Agricultural Wastes: Principle and Guidline for Practical Solutions, Proc. Cornell Univ. Conf. Agric. Waste Management, 1971.

๓๐ Loehr, R.C. "Design of Anaerobic Digestion System" Jour. Sanitary Eng. Div., American Society of Chemical Engineers, 92(1966): 19-29.

๓๑ Loehr, R.C. in Agriculture Waste Management Academic Press, Inc. New York; 1974.

๓๒ Maki, L.R. "Experiments on the microbiology of cellulose decomposition in a municipal sewage treatment plant" Jour. of Microbiology and Serology 20(1954): 185-200.

๓๓ Malina, J.F., "Thermal Effects on Completely Mixed Anaerobic Digestion" Water and Sew. Works. 52(1964)

๓๔ Maly, J., Fadrus, H. "Influence of temperature on anaerobic digestion" Jour Water Poll. Control Fed. 4(1971): 641-650.

๓๕ McCarty, P.L., McKinney, R.E. "Salt Toxicity in Anaerobic Digestion" Jour. Water Poll. Control. Fed., 33(1961): 399.

๓๖ McCarty, P.L., "Anaerobic waste treatment fundamentals-Part one, Chemistry and Microbiology," Public Works 95(1964): 107-112.

๓๗ McCarty P.L., "Anaerobic waste treatment fundamentals-Part two, Enviromental requirements and control," Public works. 95(1964): 123-126.

๕๙ McCarty, P.L., "Anaerobic waste treatment fundamentals-Part three, Toxic materials and their control," Public works. 95(1964): 91-94.

๕๘ McCarty, P.L., "Anaerobic waste treatment fundamentals-Part four, Process design," Public works. 95(1964): 95-99.

๕๐ McInerney, M.J. et al., "Metabolic Stages and Energeties of Microbial Anaerobic Digestion" Proceeding of the first International Symposium on Anaerobic Digestion: pp. 91-109, September 1979.

๕๑ McMahon, T.E., "Design of a Mechanically Mixed Digester" The Bulletin of Engineering and Architecture No. 54 Univ. of Kansas, Lawrence, 1965.

๕๒ National Research Council "Methane Generation from Human, Animal, and Agricultural Wastes" National Academy of Sciences, Washington D.C., 1977.

๕๓ Pfeffer, J.T. "Increased loading on digesters with recycle of digested solid" Jour. Water Poll. Control Fed. 40(1968): 1923-1933.

๕๔ Pfeffer, J.T. "Reclamation of energy from organic waste" Technical Report EPA-670/2-74-016 Univ. of Illinois Urbana, March 1974.

๕๕ Pfeefer, J.T. "Temperature Effects on Anaerobic Feementation of Domestic Refuse" Biotechnol. Bioeng. 16(1974): 771-787.

๕๖ Pfeffer, J.T., Liebman, J.C., "Biological Conversion of Organic Refuse to Methane" Annual Report NSF/RANN/SE/GI-39191/PR/74/2 Report No. UILU-ENG-74-2019, Dept. of Civil Engineering, University of Illinois, Urbana. 1974.

๕๗ Pfeffer, J.T., Quindry, G.E., "Biological conversion of biomass to methane, Beef lot manure studies." Report UILU-ENG-78-2011, University of Illinois, Urbana, 1978.

๕๘ Pohland, F.G., Bloodgood, D.E., "Laboratory Studies on Mesophilic and Thermophilic Anaerobic Sludge Digestion" Jour. Water Poll. Control. Fed. 11(1963).

๕๙ Rankin, R.S. "Digester Capacity Requirements" Jour. Sew. Works. 5(1948): 478.

๕๐ Rimkus, R.R. "Full-scale thermophilic digestion at the West-Southwest Sewage Treatment Works, Chicago, Illinois Jour. Water Poll. Control Fed. 11(1982): 1447-1457.

๕๑ Rudolfs, W., "Effect of Temperature on Sewage Sludge Digestion" Ind. and Eng. Chem. 19(1927): 241.

๕๒ Sawyer, C.N., "Anaerobic Units" Proc., Symposium on Advances in Sewage Treatment Design, Sanitary Engineering Division, American Society of Chemical Engineers, New York, 1961.

๕๓ Surratt, V. in The complete Biogas Handbook. 1st ed., pp. 96-100, d. house, 1978.

๕๔ Tchobanoglous, G. in Waste Water Engineering: Treatment Disposal Reuse. 2nd ed., pp. 610-629, Tata McGraw-Hill, India, 1979.

๕๕ "Technology for the Conversion of Solar Energy to Fuel Gas" Annual Report. NSF/RANN/SE/GT34991/PR/73/4 October 31, 1973.

๕๖ Therkelsen, H.H., Carlson, D.A. "Thermophilic anaerobic digestion of a strong complex substrate" Jour. Water Poll. Control Fed. 7(1979) : 1949-1964

๕๑ Viel, K. "Sludge Digestion Studies." Ges. Ingenieur. 64(1941): 438.

๕๒ Velsen; A.F.M., Lettinga, G. "Effect of feed composition on digester performance" Proceeding of the first international symposium on Anaerobic digestion: pp. 113-129, September 1979.

๕๓ Water Pollution Control Federation, "Anaerobic Sludge Digestion MOP" Washington, D.C. 16(1966).

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ก๊าซมิเตอร์ (Gas Meter)

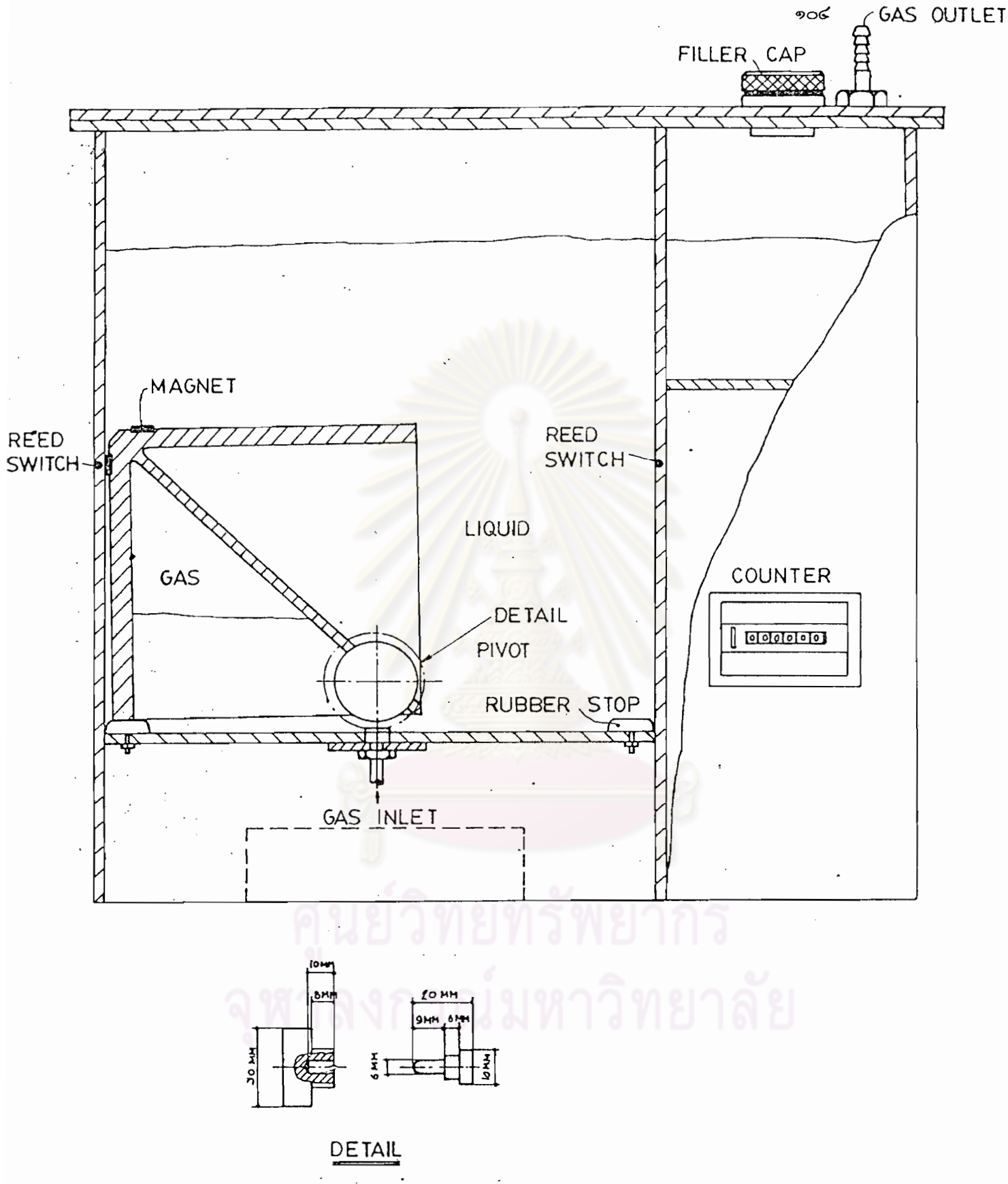
ทฤษฎีและการประดิษฐ์

การทำงานของเครื่องวัด (ภาพที่ ๓๒) เป็นการประยุกต์ใช้หลักของอาร์คีมีดีส (Archimedes principle) ที่ว่าแรงยกที่กระทำต่อวัตถุที่จมน้ำจะเท่ากับน้ำหนักของน้ำที่ถูกแทนที่โดยวัตถุ ดังนั้น ถ้าสร้างวัตถุให้เป็นช่องกลวง โดยให้น้ำเข้าไปอยู่ได้ เมื่อน้ำในช่องกลวงนี้ถูกแทนที่โดยแกส แรงยกที่กระทำต่อวัตถุนี้จะเปลี่ยนไป แต่แรงกดลง (downeward force) จะคงที่อยู่เสมอเพราะว่าเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาตรและความหนาแน่นของวัสดุที่ใช้ทำ

โครงสร้างของเครื่องวัดนี้ทำด้วยพลาสติกอะคีริค (Acrylic) เพื่อป้องกันการกัดกร่อนและจะเติมกรดเกลือ (Hydrochloric Acid) ที่มีความเข้มข้น ๑ เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรลงไปในน้ำ เพื่อป้องกันการเกิดสาหร่าย

การทำงาน (Operation)

ในขณะที่กระบอกตวงอยู่ในตำแหน่งที่ ๑ ตามภาพที่ ๓๓ เมื่อมีก๊าซเข้าไปในกระบอกตวง ของเหลวที่อยู่ในช่อง ข จะถูกแทนที่ด้วยก๊าซปริมาตรหนึ่ง ดังนั้น แรงยก (Upward forces) กระบอกตวงจะเพิ่มขึ้น ทำให้สมดุลย์เปลี่ยนไป กระบอกตวงจะลอยขึ้นมาอยู่ในตำแหน่งที่ ๒ แล้วจึงปล่อยก๊าซออกไปจนหมด ก็ตกลงมาอยู่ในตำแหน่งที่ ๓ แล้วจึงเริ่มรับก๊าซใหม่อีก หมุนเวียนอยู่เช่นนี้ ในขณะที่กระบอกตวงก๊าซเคลื่อนที่จากจุดหยุดนิ่ง แม่เหล็กที่ฝังอยู่บนกระบอกตวงจะกระตุ้นให้หรีดสวิตท์ (Reed Switch) ทำงาน เครื่องนับจำนวน (Counter) เริ่มนับตัวเลขและจะนับจำนวนรวมตลอดทั้งวันที่กระบอกตวงมีการเคลื่อนที่



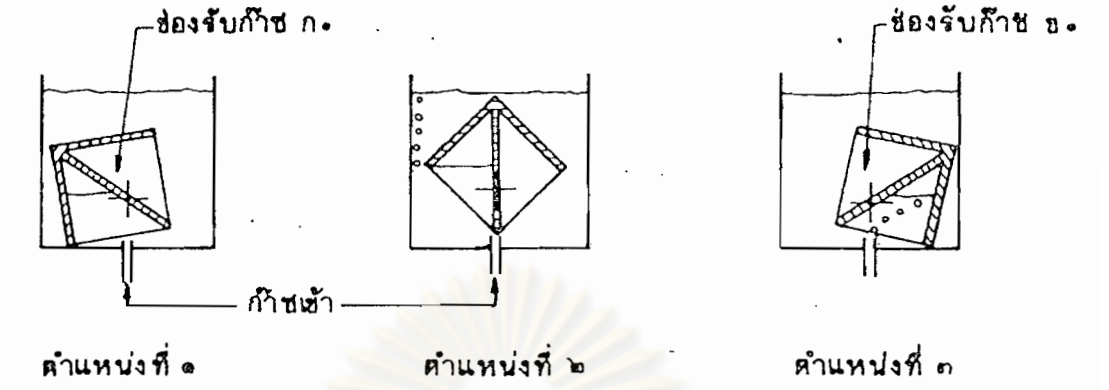
ภาพที่ ๓๒ แสดงรายละเอียดของก๊าซมิเตอร์

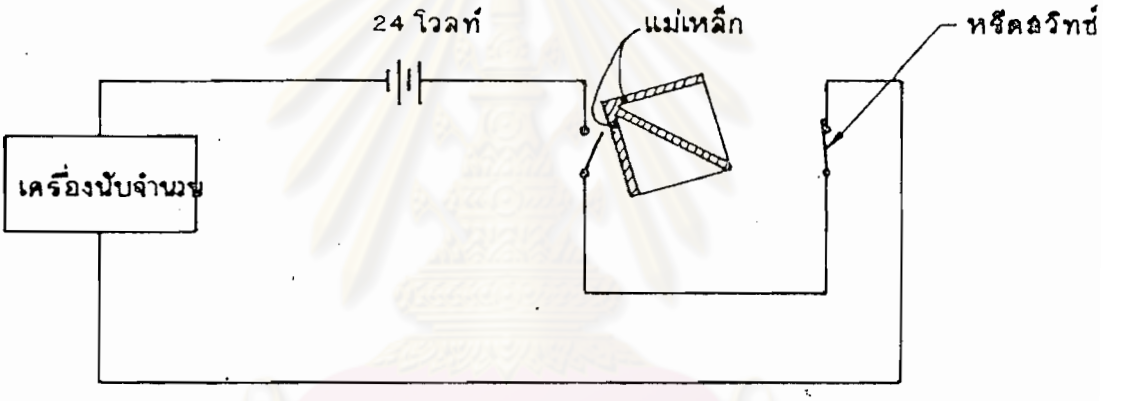
การหาปริมาตรของกระบอกตวง

ใช้เข็มฉีดยาขนาด ๑๐๐ ลูกบาศก์เซนติเมตร อัดอากาศเข้าไปในช่องรับก๊าซของกระบอกตวงข้างใดข้างหนึ่ง จนกระทั่งกระบอกตวงเริ่มเคลื่อนที่และปล่อยอากาศออก อ่านปริมาตรของอากาศที่อัดเข้าไปจากขีดบอกปริมาตรบนกระบอกฉีดยา ทำเช่นนี้หลาย ๆ ครั้ง ทั้งช่องรับก๊าซ ก และ ข ปริมาตรเฉลี่ยที่หาได้ก็คือปริมาตรของกระบอกตวงที่จะรับก๊าซได้ สำหรับเครื่องวัดปริมาตรก๊าซที่ใช้ในการทดลองนี้ กระบอกตวงสามารถรับปริมาตรก๊าซเฉลี่ยได้ครั้งละ ๑๑๕ ลูกบาศก์เซ็นติเมตร

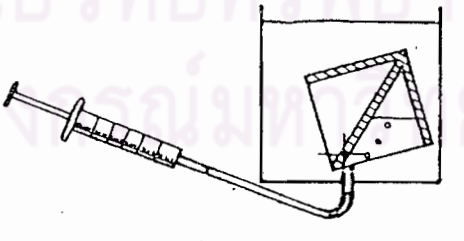
รายละเอียดในการสร้างเครื่องวัดปริมาตรก๊าซนี้ ได้แสดงในแบบท้ายต่อจากนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





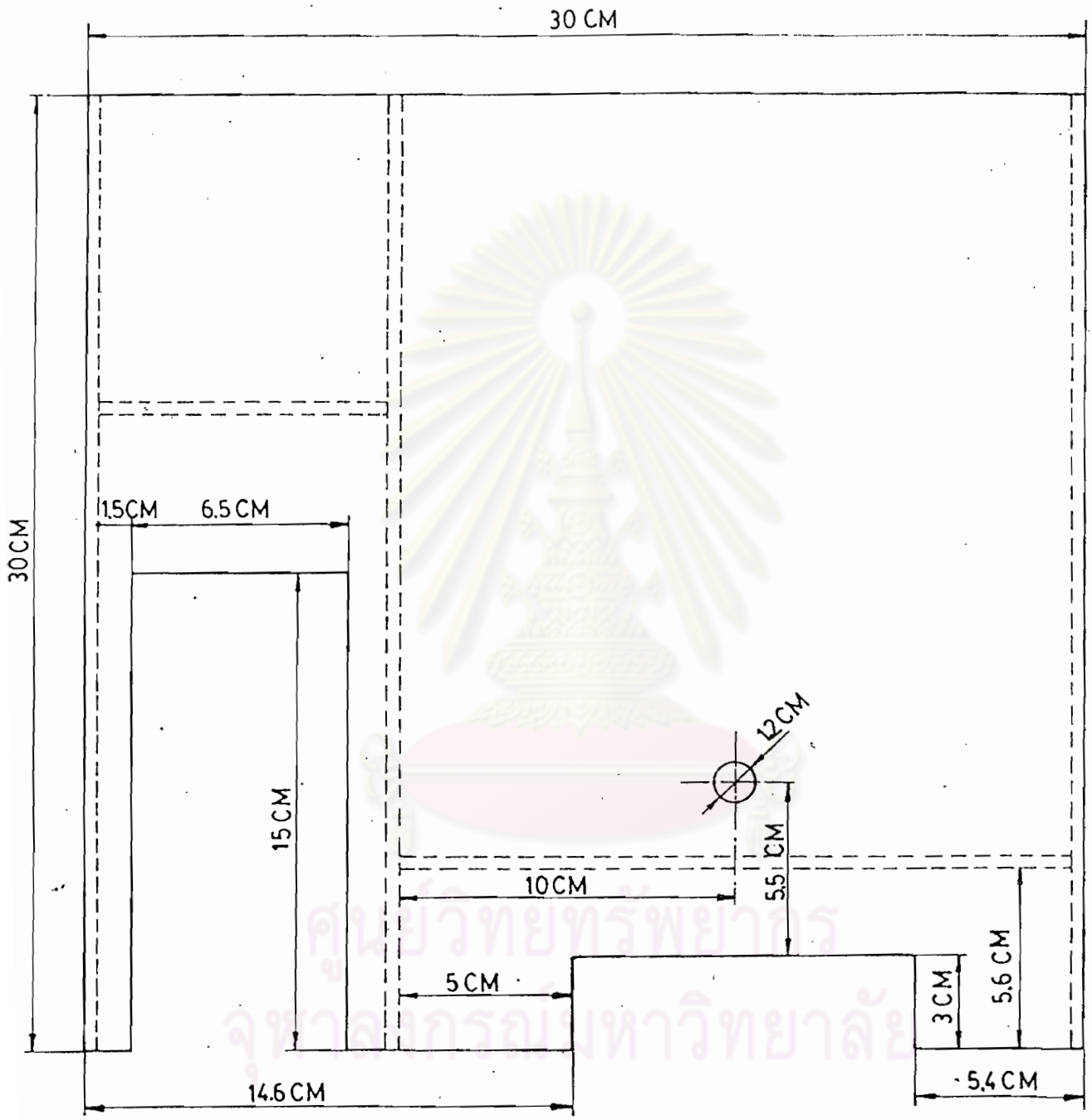
วงจรการทำงาน



การวัดปริมาตรกระบอกตวง

ภาพที่ ๓๓ การทำงานและการวัดปริมาตรของก๊าซมิเตอร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



โครงด้านนอก

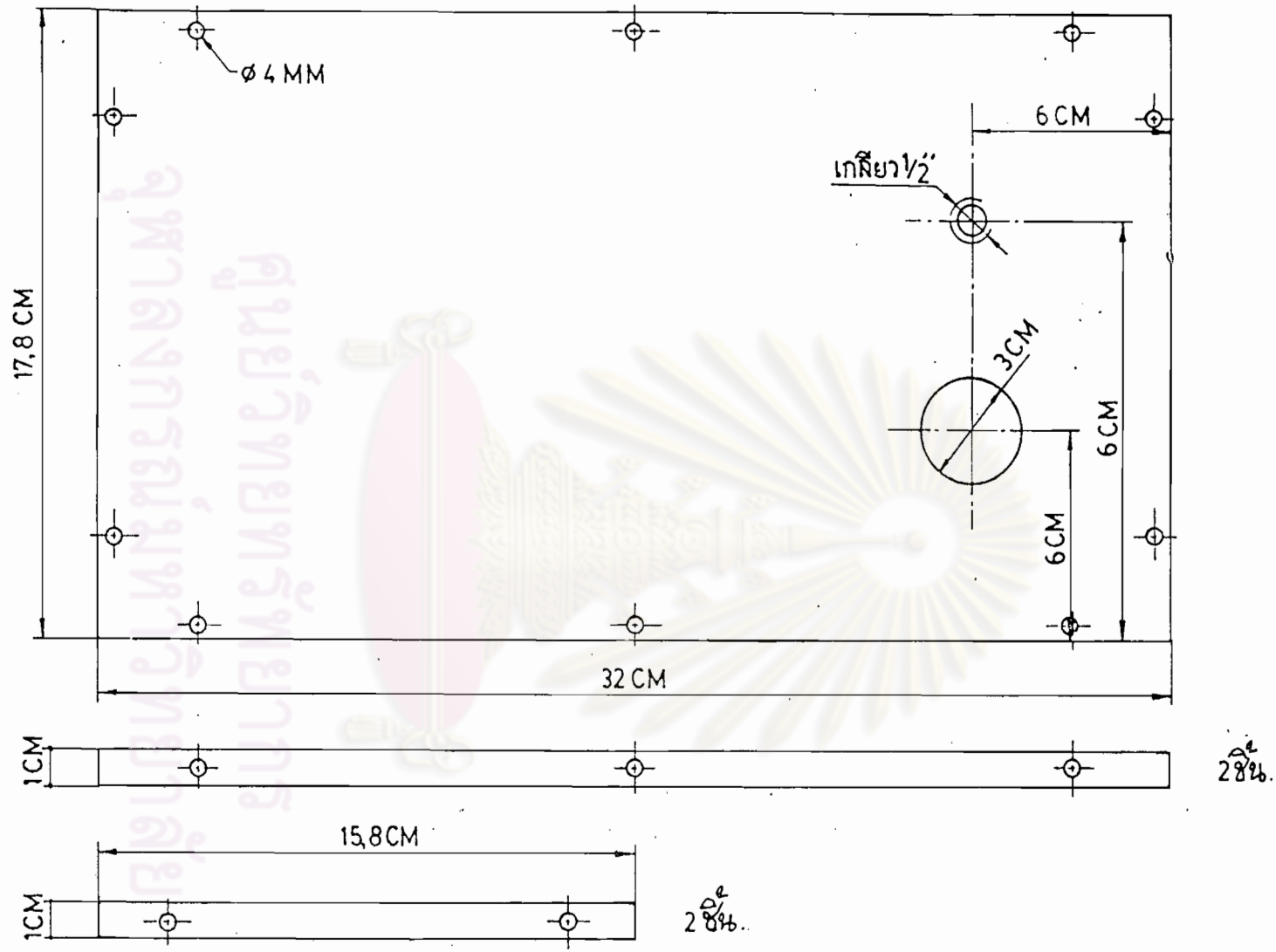
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผ่นด้านล่าง

แผ่นด้านข้าง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ฝาปิด

กระบอกตวง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้วิจัย	นายศักดิ์ชัย โอภาสวัตชัย
การศึกษา	จบปริญญาตรีคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาเครื่องกล จากมหาวิทยาลัยขอนแก่น
สถานที่ทำงาน	กองเครื่องกล ฝ่ายไฟฟ้าและเครื่องกล การประปานครหลวง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย