

เอกสารอ้างอิง

1. Lakshminarayanaiah, N., "Transport Phenomena in Artificial Membranes," Chem.Rev., 65, 492, 1965.
2. Tyrrell, H.J.V., D.A. Taylor, and C.M. Williams, "The Seebeck Effect," Nature, 177, 668, 1956.
3. Hills, G.J., P.W.M. Jacobs, N. Lakshminarayanaiah, "Non-Isothermal Membrane Potential," Nature, 179, 96-97, 1957.
4. Ikeda, T., "Thermal Membrane Potential," J. Chem. Phys., 28, 1408, 1958.
5. Ikeda, T., M. Tsuchiya, and M. Nakano, "The Thermal Membrane Potential as a Function of The Apparent Ionic Transport Number of Membranes," Bull. Chem. Soc. Japan, 37, 1482, 1964.
6. Tasaka, M., S. Morita, M. Nagasawa, "Membrane Potential in Nonisothermal Systems," The Journal of Physical Chemistry, 69, 4191-4197, 1965.

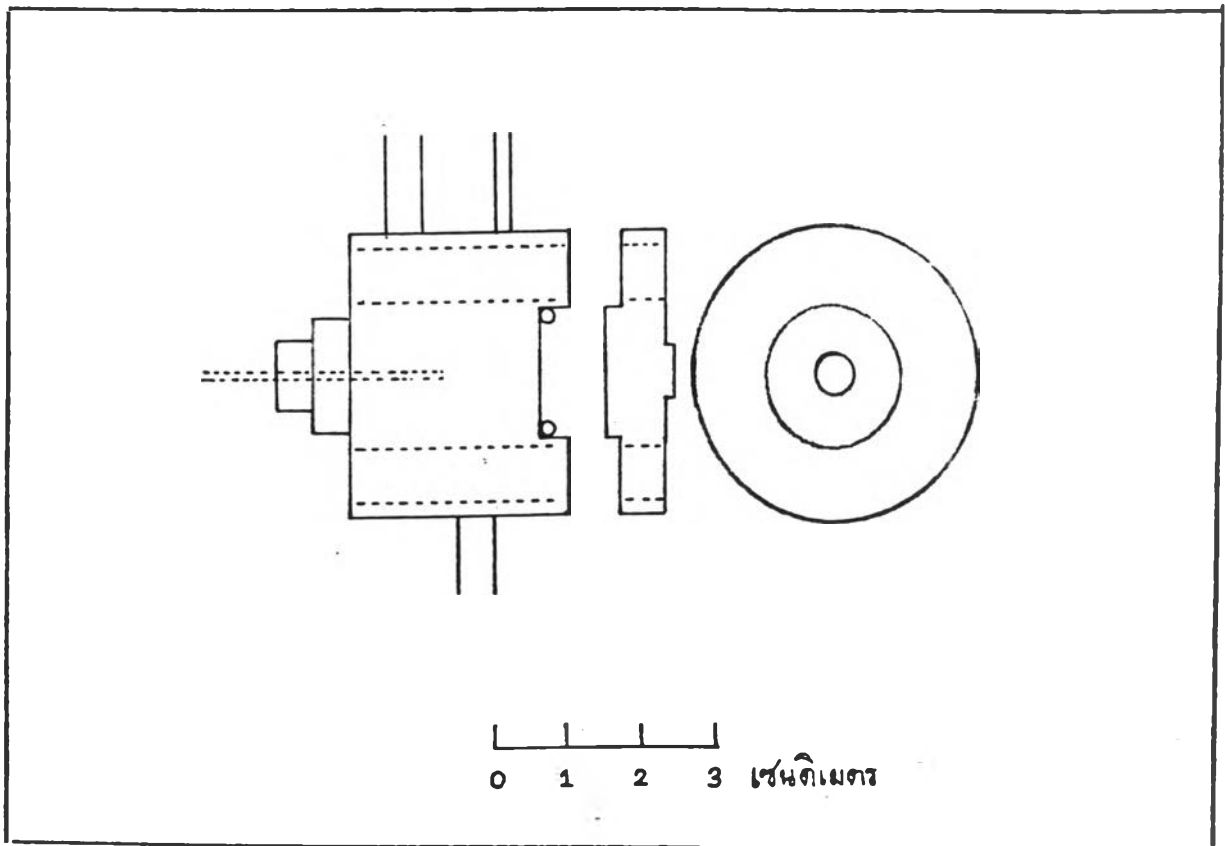
7. Forland, T., S.K. Ratkje and T. Ostvold, "Irreversibel Termodynamikk," pp.34-35, The University of Trondheim, 1975.
8. Marinsky, J.A., "Ion Exchange," pp.7-8, Marcel Dekker, Inc., New York, 1966.
9. Ives, D.J.G. and G.J. Janz, "Reference Electrode," Academic Press, New York, 1961.
10. จันทร์ฉาย จงตระการสมบัติ. "การศึกษาศรีมันิงไปแทนเซียมคร่อมแผ่นแลกเปลี่ยนไอออนของสารละลายเกลือคลอไรด์." วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาฟิสิกส์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2526
11. Tasaka, M., K. Hanaoka, Y. Kurosawa, C. Wada, "Thermal Membrane Potential Through Charged Membrane in Electrolyte Solutions," Biophysical Chemistry. 3, 331-337, 1975.
12. Katchalsky, A. and P.F. Curran, "Nonequilibrium Thermodynamics in Biophysics," pp.81-84, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1967.
13. Harned, H.S., B.B. Owen, "The Physical Chemistry of Electrolytic Solutions," pp. 1-41, pp. 548-567, The Guinn Co., Inc., New York, 3rd ed., 1958.

14. Tasaka, M., K. Ogawa, T. Yamazaki, "Thermal Membrane Potential across Charged Membranes in 2-1 and 1-2 Electrolyte Solutions," Biophysical Chemistry, 7, 279-283, 1978.

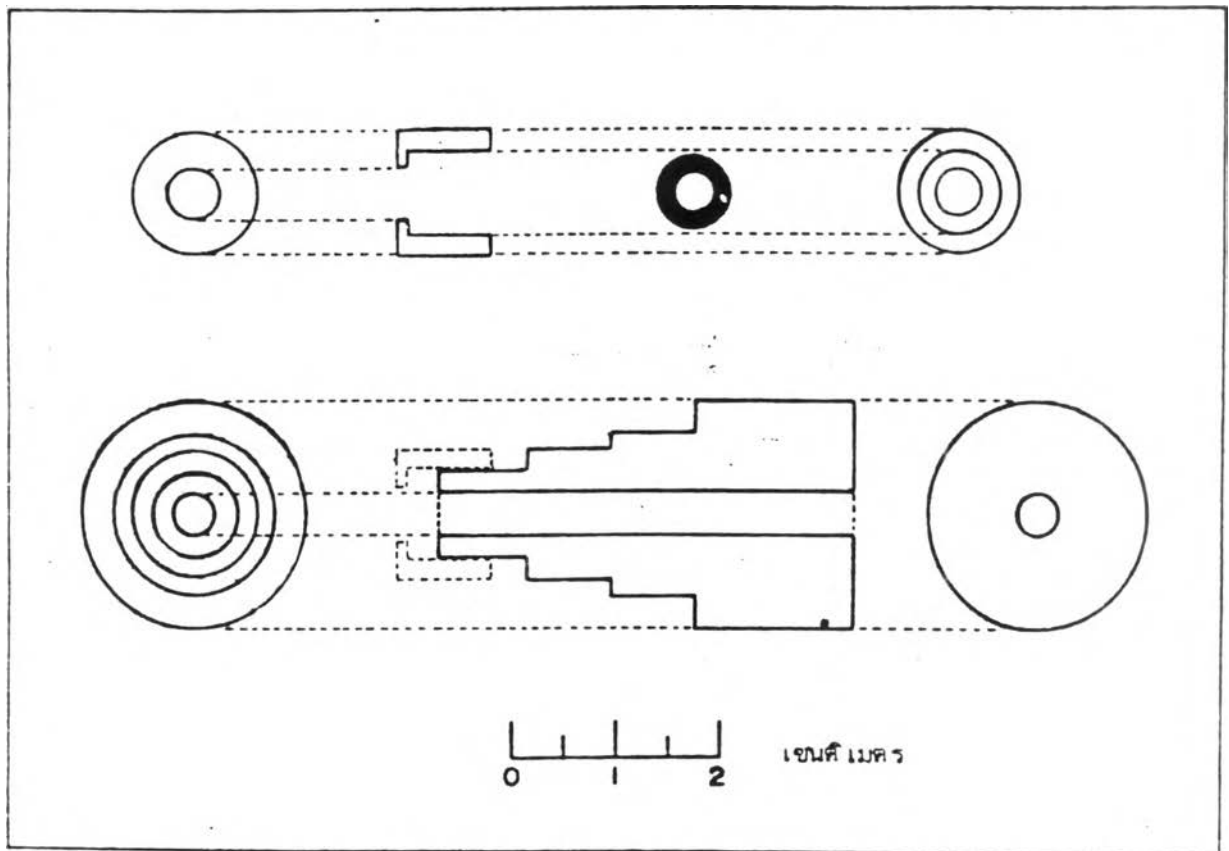
15. Apple II Reference Manual, "A Reference Manual for The Apple II and The Apple II Plus Personal Computers," pp.106 - 109, Apple Computer Inc., 1981.

16. Weast,R.C., "CRC Handbook of Chemistry and Physics," CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, 1 st., 1988.

ภาคผนวก



ภาพที่ ก.1 แสดงภาพเซลล์



ภาพที่ ก.2 แสดงที่ยึดซี่วไฟฟ้า

ภาคผนวก ข

การหาค่าแอกติวิตีของสารละลาย

เนื่องจากเราไม่สามารถวัดค่าแอกติวิตี แต่ละตัวของสารได้ แต่เราสามารถวัดค่าแอกติวิตีเฉลี่ย เช่น ในกรณีถ้าสารละลาย X สามารถเขียนสมการการแตกตัวเป็น



$$\text{ค่า } \nu = \nu_+ + \nu_- \quad \text{---(2.6.2)}$$

เมื่อ ν คือ จำนวนไอออนทั้งหมดที่แตกตัวมาจาก X

แอกติวิตีรวม a_2 ที่เรียกว่า แอกติวิตีของการไม่แตกตัว (activity of undissociated)

$$a_2 = (a_+^{\nu_+}) (a_-^{\nu_-}) \quad \text{---(2.6.3)}$$

แอกติวิตีเฉลี่ยของทั้งสองไอออน คือ a_+ มีค่า

$$a_+ = (a_2)^{1/\nu} \quad \text{---(2.6.4)}$$

ซึ่งถ้าเป็นสำหรับเกลือ 1-1 อิเล็กโทรไลต์ ค่าแอกติวิตี้จะเป็นผลคูณของ ความเข้มข้น (concentration) m และ ค่าสัมประสิทธิ์ของแอกติวิตี้ (activity coefficients) γ เช่น $\gamma_{\pm} = a_{\pm} / m_{\pm}$ เป็นต้น แต่ถ้าการกระจาย X ไม่เป็น 1-1 อิเล็กโทรไลต์ และสามารถแตกตัวดังสมการ



เมื่อ

$$\nu_+ z_+ = \nu_- z_- \quad \text{---(2.6.7)}$$

ได้ค่า

$$a_{\pm} = (a_{\pm})^{1/\nu} = (m_+^{\nu_+} m_-^{\nu_-} \gamma_+^{\nu_+} \gamma_-^{\nu_-})^{1/\nu} \quad \text{---(2.6.8)}$$

คิดค่าแอกติวิตี้เฉลี่ย a_{\pm} มีค่าเท่ากับสัมประสิทธิ์ของแอกติวิตี้เฉลี่ย

γ_{\pm} คูณกับความเข้มข้นเฉลี่ย m_{\pm}

$$a_{\pm} = \gamma_{\pm} m_{\pm} \quad \text{---(2.6.9)}$$

$$m_{\pm} = (m_+^{\nu_+} m_-^{\nu_-})^{1/\nu} \quad \text{---(2.6.10)}$$

$$\gamma_{\pm} = (\gamma_+^{\nu_+} \gamma_-^{\nu_-})^{1/\nu} \quad \text{---(2.6.11)}$$

$$\gamma_{\pm} = a_{\pm} / (m_+^{\nu_+} m_-^{\nu_-})^{1/\nu} = a_{\pm} / m_{\pm} \quad \text{---(2.6.12)}$$

$$m_+ = \nu_- m \quad \text{---(2.6.13)}$$

$$m_- = \nu_+ m \quad \text{---(2.6.14)}$$

$$\gamma_{\pm} = a_{\pm} / m (\nu_+^{\nu_+} \nu_-^{\nu_-})^{1/\nu} \quad \text{---(2.6.15)}$$

ตัวอย่างเช่น สารละลายแบเรียมคลอไรด์ BaCl_2 ซึ่งเป็นเกลือคลอไรด์ของ
ธาตุหมู่ที่ 2A ของตารางธาตุ ซึ่งมีความเข้มข้นเจือจางพอจะได้

$$a_+ = m \quad \text{---(2.6.16)}$$

$$a_- = 2m \quad \text{---(2.6.17)}$$

$$a_{\pm} = [(m)(2m)^2]^{1/3} = 2^{2/3} m \quad \text{---(2.6.18)}$$

$$\gamma_{\pm} = a_{\pm} / (2^{2/3} m) \quad \text{---(2.6.19)}$$

ซึ่งค่า γ_{\pm} จะมีค่าเป็นหนึ่งเมื่อสารละลายเจือจางมาก ๆ แบบอนันต์
(infinite dilution) หรือในกรณีของ $\text{La}_2(\text{SO}_4)_3$ ซึ่งมีไอออนบวก 2 ตัว ไอออนลบ
3 ตัว จะสอดคล้องกับแฟคเตอร์ $(2^2 3^3)^{1/5}$ เป็นต้น

การเปลี่ยนหน่วยความเข้มข้นจากหน่วยโมลาร์ (Molar) เป็น โมแลล (Molal)

หน่วยความเข้มข้นของสารละลายมีหลายชนิด ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้สนใจ 2 ชนิด คือ

2.7.1 โมแลล คือจำนวนโมล (mole) ของตัวถูกละลายในหนึ่งกิโลกรัมของตัวทำละลาย (solvent)

2.7.2 โมลาร์ คือจำนวนโมลของตัวถูกละลายในปริมาตรหนึ่งลิตรของสารละลาย (solution)

เช่น 1 โมแลล ของ NaCl เท่ากับ 58.5 กรัมของ NaCl ละลายในน้ำ 1 กิโลกรัม รวมเป็น 1058.5 กรัม ของสารละลาย แต่ 1 โมลาร์ ของ NaCl เท่ากับ 58.5 กรัมของ NaCl ละลายน้ำแล้วรวมทั้งสิ้น มีปริมาตร 1 ลิตร

ในทางปฏิบัติแล้ว สารละลายที่เจือจางมาก ๆ จะมีค่าของ โมแลล และ โมลาร์ ต่างกันน้อยมาก แต่ในทางทฤษฎีแล้วต่างกัน

ในกรณีที่หาค่าแอกติวิตีของสารละลาย จะมีตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์ของแอกติวิตี ในหน่วยที่ต้องคูณกับความเข้มข้นเป็นโมแลล แต่ในทางปฏิบัติการเจือจาง สารละลายใช้ความเข้มข้นเป็นโมลาร์สะดวกกว่ามาก ดังนั้นเพื่อให้ง่ายเตรียมสารละลายในหน่วยโมลาร์ แล้วเปลี่ยนเป็นหน่วยโมแลล เพื่อคำนวณหาค่าแอกติวิตีได้ ความสัมพันธ์ของโมแลลและโมลาร์เป็นดังสมการ

$$m = \frac{1000 M}{1000 D + (M W)} \quad \text{---(2.7.1)}$$

เมื่อ m = โมลล

M = โมลาร์

D = ความหนาแน่นของสารละลายหน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

W = น้ำหนักโมเลกุลของตัวถูกละลาย

น้ำหนักโมเลกุลของสารและความหนาแน่นของสารละลายที่ใช้ในการวิจัยนี้ ได้
แสดงในตารางที่ ข.1 และ ข.2

ตาราง ข.1 แสดงค่าน้ำหนักโมเลกุลและความหนาแน่นของสารประกอบที่ใช้

ชื่อสาร	ค่าน้ำหนักโมเลกุล	ค่าความหนาแน่นของสารประกอบ
LiCl	42.39	2.068
NaCl	58.44	2.165
KCl	74.55	1.984
MgCl ₂	95.23	2.316 - 2.330
CaCl ₂	110.99	2.150

ตาราง ข.2 แสดงค่าความหนาแน่นที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ของสารละลายที่ใช้

ชื่อสาร	ค่าความหนาแน่น (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) ของสารที่ใช้ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (โมลาร์)						
	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0.5	1
LiCl	1.0008	1.0009	1.0011	1.0019	1.0030	1.0116	1.0225
NaCl	1.0000	1.0000	1.0000	1.0015	1.0035	1.0188	1.0375
KCl	1.0000	1.0001	1.0003	1.0021	1.0043	1.0219	1.0435
MgCl ₂ ·6H ₂ O	1.0017	1.0020	1.0023	1.0051	1.0086	1.0363	1.0710
CaCl ₂ ·2H ₂ O	1.0040	1.0043	1.0047	1.0079	1.0119	1.0438	1.0835

ตาราง ๓.3 แสดงความสัมพันธ์ของความเข้มข้นในหน่วย โมลาร์และหน่วย โมแลล

สาร	ความเข้มข้น หน่วยโมแลล (m)						
	0.001 (M)	0.005 (M)	0.01 (M)	0.05 (M)	0.1 (M)	0.5 (M)	1.0 (M)
LiCl	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0.505	1.020
NaCl	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0.505	1.021
KCl	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0.508	1.032
MgCl ₂ .6H ₂ O	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0.506	1.025
CaCl ₂ .2H ₂ O	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0.506	1.028

ตาราง ข.4 แสดงความบริสุทธิ์ของสารที่ใช้

ชื่อสาร	ความบริสุทธิ์ (%)	ผู้ผลิตและที่อยู่
ลิเทียมคลอไรด์ (LiCl)	99	E.Merck F.R. Germany
โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)	99.5	
โพแตสเซียมคลอไรด์ (KCl)	99	
แมกเนเซียมคลอไรด์ (MgCl ₂)	99	
แคลเซียมคลอไรด์ (CaCl ₂)	99.5	

ภาคผนวก ค.

ตาราง ค.1.1 แสดงค่า $\Delta\psi/\Delta T$ ของสารละลายลิเทียมคลอไรด์ (LiCl)

ความเข้มข้น	0.1	0.05	0.01	0.005	0.001
ค่า $\Delta\psi/\Delta T$	0.259	0.301	0.448	0.441	0.495
	0.280	0.300	0.432	0.413	0.480
	0.277	0.305	0.476	0.445	0.540
	0.286	0.300	0.467	0.423	0.541
	0.290	0.307	0.477	0.441	0.527
	0.286	0.304	0.502	0.431	0.530
ค่าเฉลี่ย	0.280	0.303	0.467	0.432	0.518

ตาราง ค.2.1 แสดงค่า $\Delta\psi/\Delta T$ ของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl)

ความเข้มข้น	0.1	0.05	0.01	0.005	0.001
ค่า $\Delta\psi/\Delta T$	0.205	0.279	0.383	0.448	0.594
	0.209	0.274	0.400	0.454	0.561
	0.214	0.276	0.400	0.456	0.545
	0.213	0.270	0.363	0.451	0.533
	0.214	0.271	0.379	0.441	0.521
	0.218	0.268	0.383	0.498	0.513
ค่าเฉลี่ย	0.212	0.273	0.385	0.458	0.545

ตาราง ค.3.1 แสดงค่า $\Delta\psi/\Delta T$ ของสารละลายโปรตีนเชื่อมคลอไรด์ (KC1)

ความเข้มข้น	0.1	0.05	0.01	0.005	0.001
ค่า $\Delta\psi/\Delta T$	0.232	0.328	0.446	0.495	0.630
	0.252	0.347	0.460	0.509	0.613
	0.266	0.343	0.461	0.525	0.597
	0.268	0.348	0.462	0.531	0.584
	0.279	0.350	0.454	0.535	0.551
	0.284	0.356	0.464	0.538	0.547
ค่าเฉลี่ย	0.264	0.345	0.458	0.522	0.587

ตาราง ค.4.1 แสดงค่า $\Delta\psi/\Delta T$ ของสารละลายแมกเนเซียมคลอไรด์ ($MgCl_2$)

ความเข้มข้น	0.1	0.05	0.01	0.005	0.001
ค่า $\Delta\psi/\Delta T$	0.036	0.054	0.102	0.116	0.182
	0.036	0.052	0.105	0.115	0.187
	0.035	0.052	0.098	0.109	0.113
	0.035	0.053	0.092	0.106	0.103
	0.039	0.054	0.100	0.110	0.146
	0.036	0.054	0.100	0.103	0.107
ค่าเฉลี่ย	0.036	0.053	0.100	0.110	0.140

ตาราง ค.5.1 แสดงค่า $\Delta\psi/\Delta T$ ของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (CaCl_2)

ความเข้มข้น	0.1	0.05	0.01	0.005	0.001
ค่า $\Delta\psi/\Delta T$	0.015	0.058	0.082	0.122	0.156
	0.017	0.058	0.084	0.128	0.166
	0.016	0.058	0.099	0.130	0.163
	0.017	0.059	0.110	0.119	0.144
	0.017	0.057	0.115	0.125	0.129
	0.016	0.054	0.116	0.123	0.124
ค่าเฉลี่ย	0.016	0.057	0.101	0.124	0.147

ตาราง ค.1.2 แสดงผลการทดลองในสารละลาย ลิเทียมคลอไรด์ (LiCl)

ความเข้มข้น	τ_{\pm}	a_{\pm}	$\Delta\psi/\Delta T$
0.100	0.796	0.080	0.280
0.050	0.827	0.041	0.303
0.010	0.881	0.009	0.467
0.005	1.00	0.005	0.432
0.001	1.00	0.001	0.518

ตาราง ค.2.2 แสดงผลการทดลองในสารละลาย โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)

ความเข้มข้น	γ_{\pm}	a_{\pm}	$\Delta\psi/\Delta T$
0.100	0.784	0.078	0.212
0.050	0.818	0.041	0.273
0.010	0.874	0.009	0.385
0.005	0.960	0.005	0.458
0.001	0.966	0.001	0.545

ตาราง ค.3.2 แสดงผลการทดลองในสารละลาย โปรดัสเซียมคลอไรด์ (KC1)

ความเข้มข้น	γ_{\pm}	a_{\pm}	$\Delta\psi/\Delta T$
0.100	0.769	0.077	0.264
0.050	0.817	0.041	0.345
0.010	0.933	0.009	0.458
0.005	0.982	0.005	0.522
0.001	1.000	0.001	0.587

ตาราง ค.4.2 แสดงผลการทดลองในสารละลาย แมกเนเซียมคลอไรด์ ($MgCl_2$)

ความเข้มข้น	γ_{\pm}	a_{\pm}	$\Delta\psi/\Delta T$
0.100	0.533	0.085	0.036
0.050	0.550	0.044	0.053
0.010	0.591	0.009	0.100
0.005	0.608	0.005	0.110
0.001	0.649	0.001	0.140

ตาราง ค.5.2 แสดงผลการทดลองในสารละลาย แคลเซียมคลอไรด์ (CaCl_2)

ความเข้มข้น	γ_{\pm}	a_{\pm}	$\Delta\psi/\Delta T$
0.100	0.531	0.085	0.016
0.050	0.537	0.043	0.057
0.010	0.606	0.010	0.101
0.005	0.636	0.005	0.124
0.001	0.705	0.001	0.147

ภาคผนวก ง

ภาคผนวกนี้ ได้แสดงรายละเอียดของ ไอซีที่ใช้ในวงจรของเครื่องควบคุมการเก็บ

ข้อมูล

LM136/LM236/LM336 2.5V Reference Diode

General Description

The LM136/LM236 and LM336 integrated circuits are precision 2.5V shunt regulator diodes. These monolithic IC voltage references operate as a low temperature coefficient 2.5V zener with 0.2Ω dynamic impedance. A third terminal on the LM136 allows the reference voltage and temperature coefficient to be trimmed easily.

The LM136 series is useful as a precision 2.5V low voltage reference for digital voltmeters, power supplies or op amp circuitry. The 2.5V make it convenient to obtain a stable reference from 5V logic supplies. Further, since the LM136 operates as a shunt regulator, it can be used as either a positive or negative voltage reference.

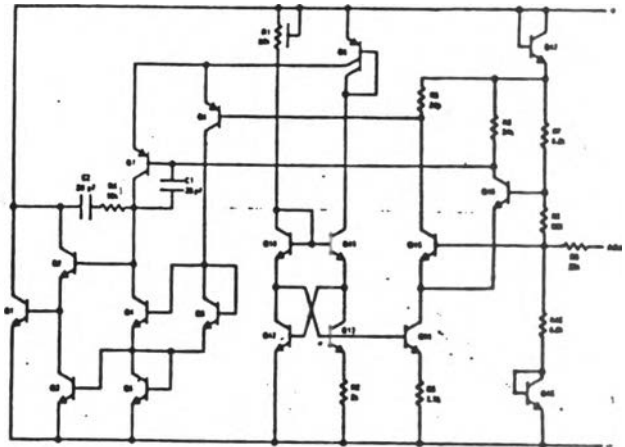
The LM136 is rated for operation over -55°C to +125°C while the LM236 is rated over a -25°C to +85°C

temperature range. Both are packaged in a TO-46 package. The LM336 is rated for operation over a 0°C to +70°C temperature range and is available in either a three lead TO-46 package or a TO-92 plastic package.

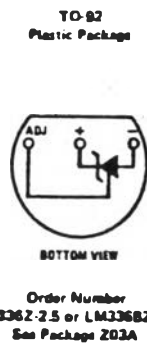
Features

- Low temperature coefficient
- Wide operating current of 300 μA to 10 mA
- 0.2Ω dynamic impedance
- ±1% initial tolerance available
- Guaranteed temperature stability
- Easily trimmed for minimum temperature drift
- Fast turn-on
- Three lead transistor package

Schematic Diagram

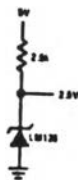


Connection Diagrams

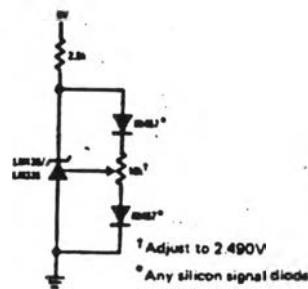


Typical Applications

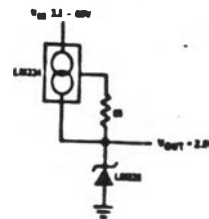
2.5V Reference



2.5V Reference with Minimum Temperature Coefficient



Wide Input Range Reference



ภาคผนวก ง.1 แสดงรายละเอียดของ LM336



Operational Amplifiers/Buffers

LM158/LM258/LM358, LM158A/LM258A/LM358A, LM2904 Low Power Dual Operational Amplifiers

General Description

The LM158 series consists of two independent, high gain, internally frequency compensated operational amplifiers which were designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltages. Operation from split power supplies is also possible and the low power supply current drain is independent of the magnitude of the power supply voltage.

Application areas include transducer amplifiers, dc gain blocks and all the conventional op amp circuits which now can be more easily implemented in single power supply systems. For example, the LM158 series can be directly operated off of the standard +5 V_{DC} power supply voltage which is used in digital systems and will easily provide the required interface electronics without requiring the additional ±15 V_{DC} power supplies.

Unique Characteristics

- In the linear mode the input common mode voltage range includes ground and the output voltage can also swing to ground, even though operated from only a single power supply voltage.
- The unity gain cross frequency is temperature compensated.
- The input bias current is also temperature compensated.

Advantages

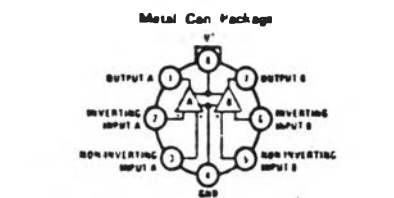
- Eliminates need for dual supplies
- Two internally compensated op amps in a single package

- Allows directly sensing near GND and V_{OUT} also goes to GND
- Compatible with all forms of logic
- Power drain suitable for battery operation
- Pin-out same as LM1558/LM145b dual operational amplifier

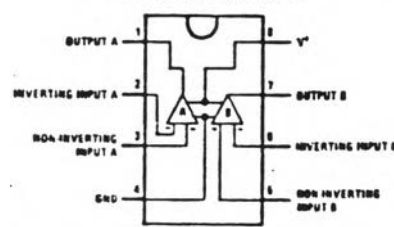
Features

- Internally frequency compensated for unity gain
- Large dc voltage gain 100 dB
- Wide band width (unity gain) 1 MHz (temperature compensated)
- Wide power supply range
Single supply 3 V_{DC} to 30 V_{DC}
or dual supplies ±1.5 V_{DC} to ±15 V_{DC}
- Very low supply current drain (500µA) — essentially independent of supply voltage (1 mW/op amp at +5 V_{DC})
- Low input biasing current 45 nA_{DC} (temperature compensated)
- Low input offset voltage 2 mV_{DC} and offset current 5 nA_{DC}
- Input common mode voltage range includes ground
- Differential input voltage range equal to the power supply voltage
- Large output voltage 0 V_{DC} to V' - 1.5 V_{DC} swing

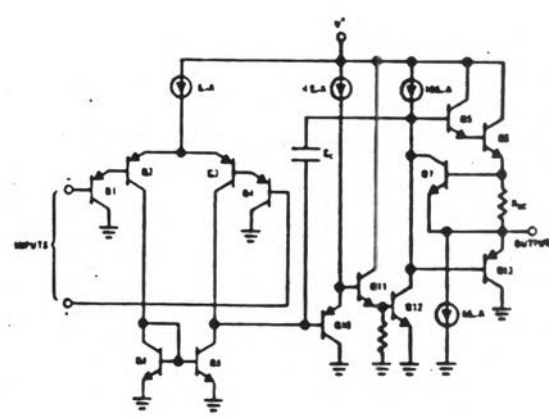
Connection Diagrams (Top Views) Schematic Diagram (Each Amplifier)



Order Number LM158AH, LM158H, LM258AH, LM258H, LM358AH or LM358H
See NS Package H08C



Order Number LM358AN, LM358N or LM2904N
See NS Package N08B



ภาคผนวก ง.2 แสดงรายละเอียดของ LM358



A to D, D to A

ADC0801, ADC0802, ADC0803, ADC0804, ADC0805 8-Bit μ P Compatible A/D Converters

General Description

The ADC0801, ADC0802, ADC0803, ADC0804 and ADC0805 are CMOS 8 bit successive approximation A/D converters which use a differential potentiometric ladder—similar to the 256R products. These converters are designed to allow operation with the NSC800 and INS8080A derivative control bus, and TRI-STATE[®] output latches directly drive the data bus. These A/Ds appear like memory locations or I/O ports to the microprocessor and no interfacing logic is needed.

A new differential analog voltage input allows increasing the common-mode rejection and offsetting the analog zero input voltage value. In addition, the voltage reference input can be adjusted to allow encoding any smaller analog voltage span to the full 8 bits of resolution.

- Differential analog voltage inputs
- Logic inputs and outputs meet both MOS and T₂L voltage level specifications
- Works with 2.5V (LM336) voltage reference
- On-chip clock generator
- 0V to 5V analog input voltage range with single 5V supply
- No zero adjust required
- 0.3" standard width, 20 pin DIP package
- Operates ratiometrically or with 5 VDC, 2.5 VDC, or analog span adjusted voltage reference

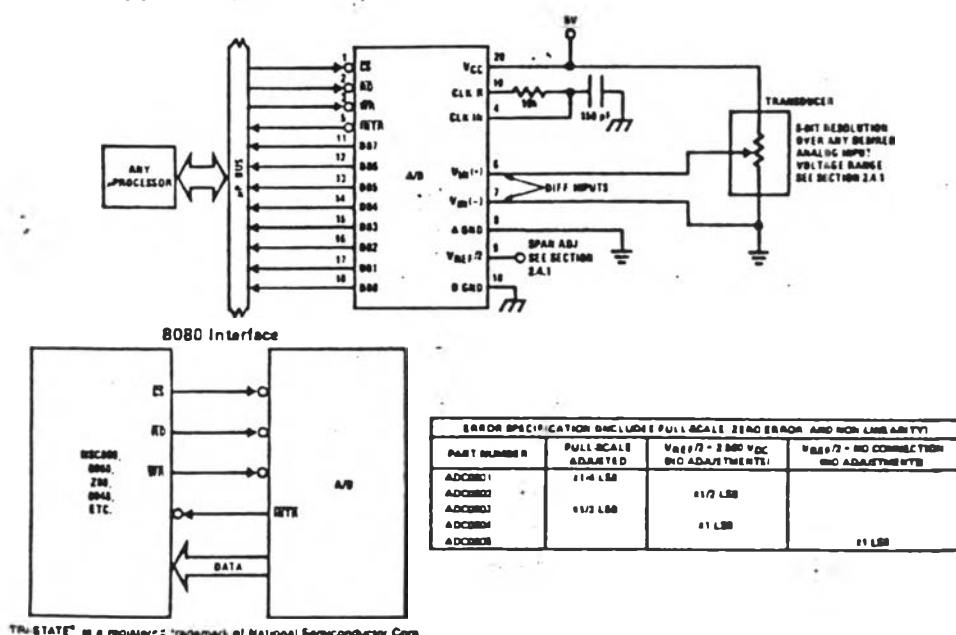
Features

- Compatible with 8080 μ P derivatives—no interfacing logic needed — access time — 135 ns
- Easy interface to all microprocessors, or operates "stand alone"

Key Specifications

- Resolution 8 bits
- Total error $\pm 1/4$ LSB, $\pm 1/2$ LSB and ± 1 LSB
- Conversion time 100 μ s

Typical Applications



ภาคผนวก ง.3 แสดงรายละเอียดของ ADC0804



LF351 Wide Bandwidth JFET Input Operational Amplifier

General Description

The LF351 is a low cost high speed JFET input operational amplifier with an internally trimmed input offset voltage (BI-FET II™ technology). The device requires a low supply current and yet maintains a large gain bandwidth product and a fast slew rate. In addition, well matched high voltage JFET input devices provide very low input bias and offset currents. The LF351 is pin compatible with the standard LM741 and uses the same offset voltage adjustment circuitry. This feature allows designers to immediately upgrade the overall performance of existing LM741 designs.

The LF351 may be used in applications such as high speed integrators, fast D/A converters, sample-and-hold circuits and many other circuits requiring low input offset voltage, low input bias current, high input impedance, high slew rate and wide bandwidth. The device has low noise and offset voltage drift, but for applica-

Operational Amplifiers/Buffers

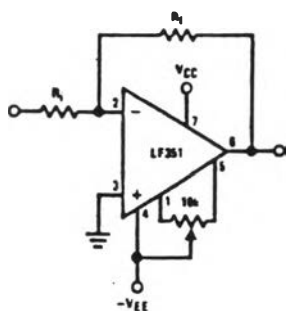


tions where these requirements are critical, the LF356 is recommended. If maximum supply current is important, however, the LF351 is the better choice.

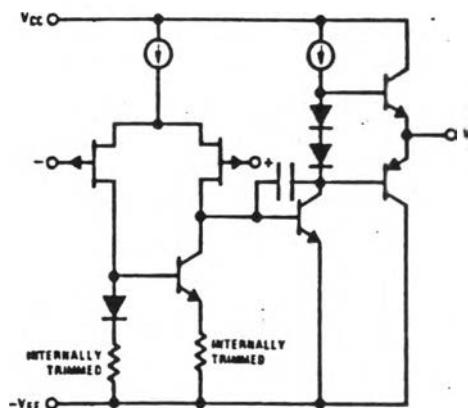
Features

- Internally trimmed offset voltage 10 mV
- Low input bias current 50 pA
- Low input noise voltage 16 nV/√Hz
- Low input noise current 0.01 pA/√Hz
- Wide gain bandwidth 4 MHz
- High slew rate 13 V/μs
- Low supply current 1.8 mA
- High input impedance 10¹² Ω
- Low total harmonic distortion $A_V = 10$, $R_L = 10k$, $V_O = 20 V_{p-p}$, $BW = 20 Hz - 20 kHz$ < 0.02%
- Low 1/f noise corner 50 Hz
- Fast settling time to 0.01% 2 μs

Typical Connection

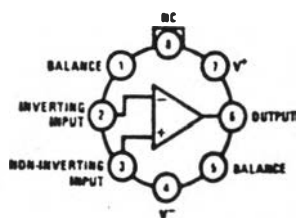


Simplified Schematic



Connection Diagrams (Top Views)

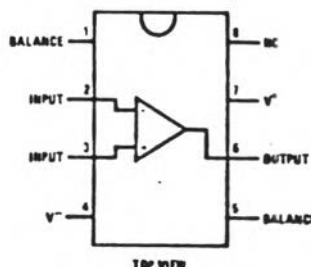
Metal Can Package



Note: Pin 4 connected to case.

Order Number LF351H
See NS Package M08C

Dual-In-Line Package



TOP VIEW

Order Number LF351N
See NS Package N08A

**LINEAR
INTEGRATED
CIRCUITS**

**TYPES TL601, TL604, TL607, TL610
P-MOS ANALOG SWITCHES**

BULLETIN NO. DL-S 12401, JUNE 1976—REVISED OCTOBER 1977

- Switches ± 10 -V Analog Signals
- TTL/DTL Logic Capability
- 5- to 30-V Supply Ranges
- Low (100Ω) On-State Resistance
- High ($10^{11} \Omega$) Off-State Resistance
- 8-Pin Functions

JG OR P DUAL-IN-LINE PACKAGE (TOP VIEW)

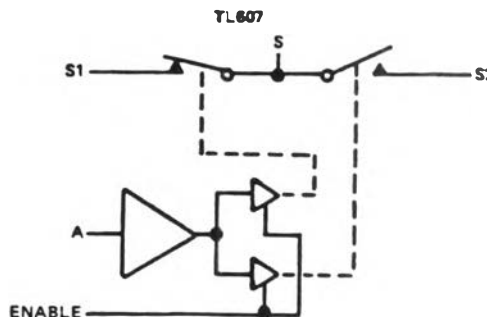
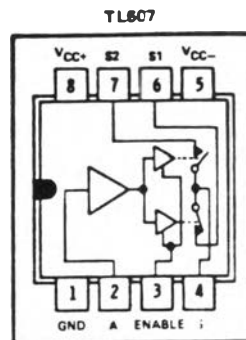
description

The TL601, TL604, TL607, and TL610 are a family of monolithic P-MOS analog switches that provide fast switching speeds with high r_{off}/r_{on} ratio and no offset voltage. The p-channel enhancement-type MOS switches will accept analog signals up to ± 10 volts and are controlled by TTL-compatible logic inputs. The monolithic structure is made possible by BI-MOS technology, which combines p-channel MOS with standard bipolar transistors.

These switches are particularly suited for use in military, industrial, and commercial applications such as data acquisition, multiplexers, A/D and D/A converters, MODEMS, sample-and-hold systems, signal multiplexing, integrators, programmable operational amplifiers, programmable voltage regulators, crosspoint switching networks, logic interface, and many other analog systems.

The TL601 is an SPDT switch with two logic control inputs. The TL604 is a dual complementary SPST switch with a single control input. The TL607 is an SPDT switch with one logic control input and one enable input. The TL610 is an SPST switch with three logic control inputs. The TL610 features a higher r_{off}/r_{on} ratio than the other members of the family.

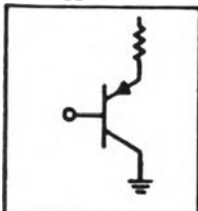
The TL601M, TL604M, TL607M, and TL610M are characterized for operation over the full military temperature range of -55°C to 125°C , the TL601I, TL604I, TL607I, and TL610I are characterized for operation from -25°C to 85°C , and the TL601C, TL604C, TL607C, and TL610C are characterized for operation from 0°C to 70°C .



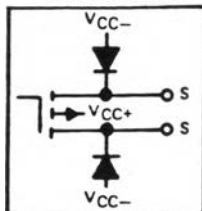
FUNCTION TABLE

INPUTS	ANALOG SWITCH			
	A	ENABLE	S1	S2
X	L		OFF (OPEN)	OFF (OPEN)
L	H		OFF (OPEN)	ON (CLOSED)
H	H		ON (CLOSED)	OFF (OPEN)

TYPICAL OF ALL INPUTS



TYPICAL OF ALL SWITCHES



ภาพผนวก ง.6 แสดงรายละเอียดของ TL607



DESCRIPTION - The LSTTL MSI SN54LS 74LS138 is a high speed 1 of 8 Decoder-Demultiplexer. This device is ideally suited for high speed bipolar memory chip select address decoding. The multiple input enables allow parallel expansion to a 1-of-24 decoder using just three LS138 devices or to a 1-of-32 decoder using four LS138s and one inverter. The LS138 is fabricated with the Schottky barrier diode process for high speed and is completely compatible with all Motorola TTL families.

- DEMULTIPLEXING CAPABILITY
- MULTIPLE INPUT ENABLE FOR EASY EXPANSION
- TYPICAL POWER DISSIPATION OF 32 mW
- ACTIVE LOW MUTUALLY EXCLUSIVE OUTPUTS
- INPUT CLAMP DIODES LIMIT HIGH SPEED TERMINATION EFFECTS

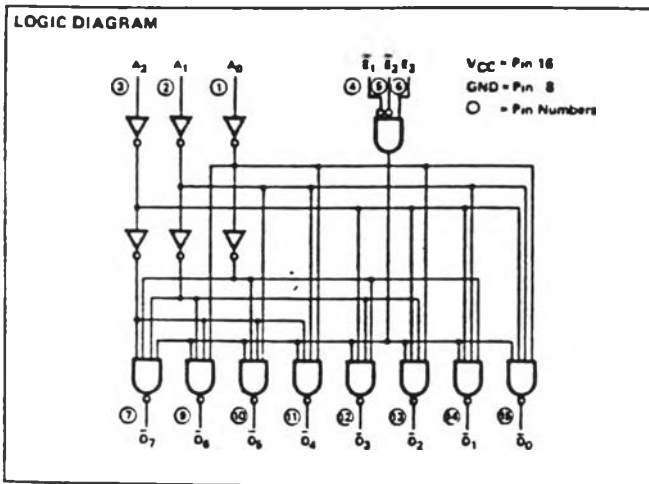
PIN NAMES

$A_0 - A_2$	Address Inputs
\bar{E}_1, \bar{E}_2	Enable (Active LOW) Inputs
E_3	Enable (Active HIGH) Input
$O_0 - O_7$	Active LOW Outputs (Note b)

LOADING (Note a)	
HIGH	LOW
0.5 U.L.	0.25 U.L.
0.5 U.L.	0.25 U.L.
0.5 U.L.	0.25 U.L.
10 U.L.	5(2.5) U.L.

NOTES:

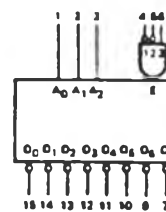
- a 1 TTL Unit Load (U.L.) = 40 μ A HIGH/1.6 mA LOW
- b The Output LOW drive factor is 2.5 U.L. for Military (54) and 5 U.L. for Commercial (74) Temperature Ranges.



**SN54LS138
SN74LS138**

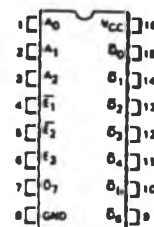
**1-OF-8-DECODER/
DEMULTIPLEXER**
LOW POWER SCHOTTKY

LOGIC SYMBOL



V_{CC} - Pin 16
GND - Pin 8

**CONNECTION DIAGRAM
DIP (TOP VIEW)**



J Suffix - Case 820-08 (Ceramic)
N Suffix - Case 848-05 (Plastic)

NOTE
The Flatpack version has the same pinout (Connection Diagram) as the Dual In-Line Package.

ภาคผนวก ง.7 แสดงรายละเอียดของ LS138

TRUTH TABLE

INPUTS			OUTPUTS										
\bar{E}_1	\bar{E}_2	E_3	A_0	A_1	A_2	\bar{O}_0	\bar{O}_1	\bar{O}_2	\bar{O}_3	\bar{O}_4	\bar{O}_5	\bar{O}_6	\bar{O}_7
H	X	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
X	H	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
X	X	L	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	H	L	L	H	L	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H
L	L	H	H	H	L	H	H	H	L	H	H	H	H
L	L	H	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H	H
L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H
L	L	H	L	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H
L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H
L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L

H = HIGH Voltage Level
 L = LOW Voltage Level
 X = Don't Care

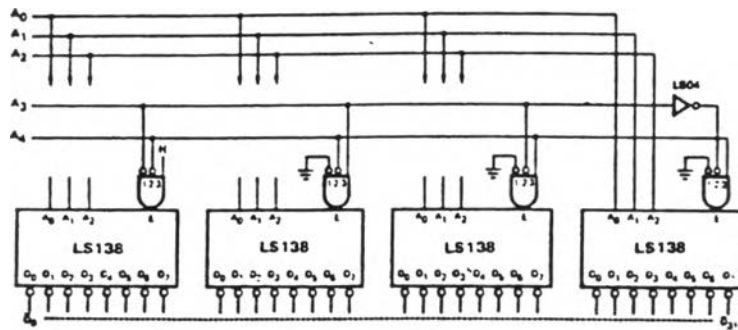


Fig. a.

AC WAVEFORMS

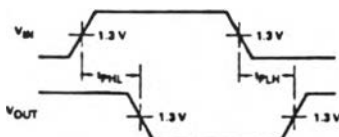


Fig. 1

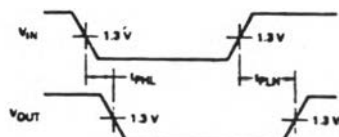


Fig. 2

ภาคผนวก ง.8 แสดงรายละเอียดของ LS138 (ต่อ)



DESCRIPTION The SN54LS 74LS373 consists of eight latches with 3-state outputs for bus-oriented system applications. The flip-flops appear transparent to the data (data changes asynchronously) when Latch Enable (LE) is HIGH. When LE is LOW, the data that meets the setup times is latched. Data appears on the bus when the Output Enable (\overline{OE}) is LOW. When \overline{OE} is HIGH the bus output is in the high impedance state.

The SN54LS 74LS374 is a high-speed, low power Octal D-type Flip-Flop featuring separate D-type inputs for each flip-flop and 3-state outputs for bus-oriented applications. A buffered Clock (CP) and Output Enable (\overline{OE}) is common to all flip-flops. The SN54LS 74LS374 is manufactured using advanced Low Power Schottky technology and is compatible with all Motorola TTL families.

- EIGHT LATCHES IN A SINGLE PACKAGE
- 3-STATE OUTPUTS FOR BUS INTERFACING
- HYSTERESIS ON LATCH ENABLE
- EDGE-TRIGGERED D-TYPE INPUTS
- BUFFERED POSITIVE EDGE-TRIGGERED CLOCK
- HYSTERESIS ON CLOCK INPUT TO IMPROVE NOISE MARGIN
- INPUT CLAMP DIODES LIMIT HIGH SPEED TERMINATION EFFECTS

PIN NAMES

D₀-D₇ Data Inputs
 LE Latch Enable (Active HIGH) Input
 CP Clock (Active HIGH going edge) Input
 \overline{OE} Output Enable (Active LOW) Input
 O₀-O₇ Outputs (Note b)

		LOADING (Note a)	
		HIGH	LOW
D ₀ -D ₇	Data Inputs	0.5 U.L.	0.25 U.L.
LE	Latch Enable (Active HIGH) Input	0.5 U.L.	0.25 U.L.
CP	Clock (Active HIGH going edge) Input	0.5 U.L.	0.25 U.L.
\overline{OE}	Output Enable (Active LOW) Input	0.5 U.L.	0.25 U.L.
O ₀ -O ₇	Outputs (Note b)	65(25) U.L.	15(7.5) U.L.

NOTES

- a. 1 TTL Unit Load (U.L.) = 40 μ A HIGH / 1.6 mA LOW
- b. The Output LOW drive factor is 7.5 U.L. for Military and 25 U.L. for Commercial (74) Temperature Ranges. The Output HIGH drive factor is 25 U.L. for Military (54) and 65 U.L. for Commercial (74) Temperature Ranges.

TRUTH TABLE

D _n	LE	\overline{OE}	O _n
H	H	L	H
L	H	L	L
X	X	H	Z*

D _n	CP	\overline{OE}	O _n
H	\uparrow	L	H
L	\uparrow	L	L
X	X	H	Z*

H = HIGH Voltage Level
 L = LOW Voltage Level
 X = Indifferent
 Z = High Impedance

*Note: Contents of flip-flops unaffected by the state of the Output Enable input (\overline{OE}).

**SN54LS/74LS373
 SN54LS/74LS374**

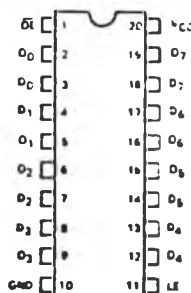
**OCTAL TRANSPARENT LATCH
 WITH 3-STATE OUTPUTS:**

**OCTAL D-TYPE FLIP-FLOP
 WITH 3-STATE OUTPUT**

LOW POWER SCHOTTKY

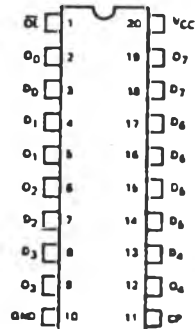
**CONNECTION DIAGRAM
 DIP (TOP VIEW)**

SN54LS/74LS373



**CONNECTION DIAGRAM
 DIP (TOP VIEW)**

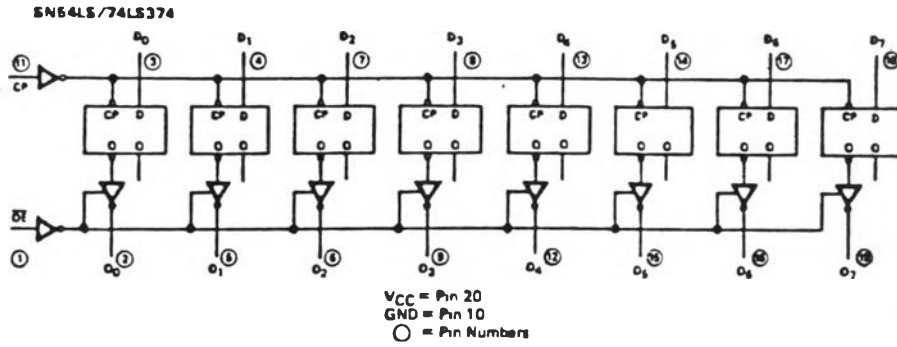
SN54LS/74LS374



J Suffix — Case 732-03 (Ceramic)
 N Suffix — Case 738-01 (Plastic)

NOTE
 The Flatpack version has the same pinouts (Connection Diagram) as the Dual In-Line Package.

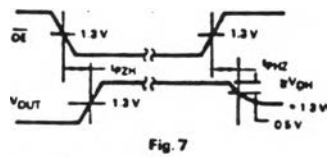
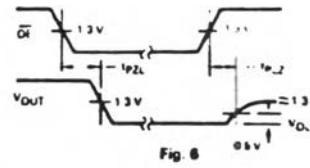
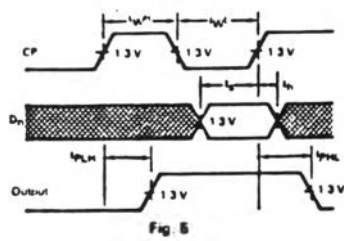
ภาคผนวก ง.9 แสดงรายละเอียดของ LS374



GUARANTEED OPERATING RANGES

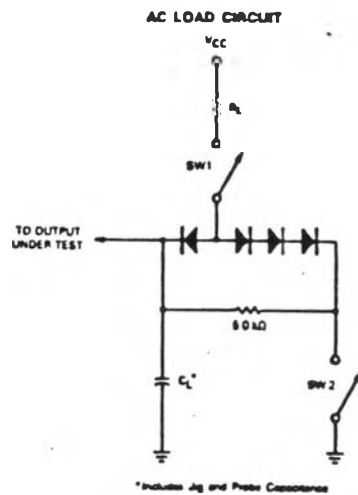
SYMBOL	PARAMETER		MIN	TYP	MAX	UNIT
VCC	Supply Voltage	54	4.5	5.0	5.5	V
		74	4.75	5.0	5.25	
TA	Operating Ambient Temperature Range	54	-55	25	125	°C
		74	0	25	70	
IOH	Output Current — High	54			-1.0	mA
		74			-2.6	
IOL	Output Current — Low	54			12	mA
		74			24	

AC WAVEFORMS



SWITCH POSITIONS

SYMBOL	SW1	SW2
tPLH	Open	Closed
tPLZ	Closed	Open
tPHZ	Closed	Closed
tPHL	Closed	Closed



ภาคผนวก ง.10 แสดงรายละเอียดของ LS374 (ต่อ)

]LIST

```

10 AD = 49344: REM *COCO*
20 N = 10000
30 S = 1: REM *T-SWITCH*
40 XX = 0
50 POKE AD + 2,S
60 FOR I = 1 TO N
70 POKE AD + 1,0
80 X = PEEK (AD)
90 XX = XX + X
100 NEXT I
110 X = XX / N
120 X = INT (X * 100 + 0.5) / 100
130 PRINT X
140 PRINT CHR$ (7)
150 GET AS
160 RUN

```

ชุดคำสั่งที่ จ.1

]LIST

```

10 AD = 49344: REM *COCO*
20 N = 10000
30 S = 3: REM *P-SWITCH*
40 XX = 0
50 POKE AD + 2,S
60 FOR I = 1 TO N
70 POKE AD + 1,0
80 X = PEEK (AD)
90 XX = XX + X
100 NEXT I
110 X = XX / N
120 X = INT (X * 100 + 0.5) / 100
130 PRINT X
140 PRINT CHR$ (7)
150 GET AS
160 RUN

```

ชุดคำสั่งที่ จ.2

ชุดคำสั่งที่ ๑.3

```

10  REM * Main control *
100 DIM ST(3),IT(3),SP(5),IP(5),T(200),P(200)
120 GOSUB 1100: REM * Input condition & Set parameter *

130 PRINT : PRINT D$;"BLOAD BIO4"
140 PRINT "Press any key for start record ": GET A$
160 PRINT "and press S key for stop"
170 PRINT
180 PRINT "No.";: HTAB (12): PRINT "Tem. (C)";: HTAB (28)
   : PRINT "Pot. (mV)"
190 PRINT
200 FOR I = 1 TO 200
220 GOSUB 2100: REM * Data record *
240 GOSUB 3100: REM * Compute real data *
260 GOSUB 4100: REM * Timer *
280 IF SFLAG = 0 THEN I = 200
300 N = N + 1
320 NEXT I
340 N = N - 1
360 GOSUB 5100: REM * Save file *
900 END
999 REM -----
1000 REM * Input condition & Set parameter *
1100 INPUT "Channel of potential amp. (1-5) : ";CP: PRINT
   : IF CP < > INT (CP) OR CP < 1 OR CP > 5 THEN GOTO
   1100
1120 INPUT "Channel of temperature amp. (1-3) : ";CT: PRINT
   : IF CT < > INT (CT) OR CT < 1 OR CT > 3 THEN GOTO
   1120
1140 INPUT "Data record time ( >= 3 sec.) : ";DRT: PRINT
   : IF DRT < 3 THEN GOTO 1140
1160 A1 = 20480: REM * $5000 : START PROGRAM ADDRESS *
1180 A2 = 20739: REM * $5103 *
1200 A3 = 49152: REM * $C000 : Keyboard data input *
1220 A4 = 49346: REM * $C0C2 *
1240 TS = 1: REM * T-Switch *
1260 PS = 3: REM * P-Switch *
1280 ST(1) = - 7.5459E - 03:IT(1) = 0.8662
1300 ST(2) = - 0.0115:IT(2) = 1.4302
1320 ST(3) = - 0.0153:IT(3) = 1.9777
1340 SP(1) = - 2.3925E - 3:IP(1) = 0.3148
1360 SP(2) = - 0.0246:IP(2) = 3.4165
1380 SP(3) = - 0.2272:IP(3) = 32.4598
1400 SP(4) = - 2.3025:IP(4) = 330.0477
1420 SP(5) = - 22.8635:IP(5) = 3266.9910
1440 N = 1:D$ = CHR$ (4):SFLAG = 1
1460 R = 10.E - 3
1480 M = INT ((DRT - 2.43) / R + 0.5)
1900 RETURN
1999 REM -----
2000 REM * Data record *

```

```

2100 POKE A4,TS
2120 FOR J = 1 TO 3
2140 CALL A1
2160 NEXT J
2180 T0 = PEEK (A2):T1 = PEEK (A2 + 1):T2 = PEEK (A2 +
      2)
2200 T = (T2 * 256 ^ 2 + T1 * 256 + T0) / 1000
2220 POKE A4,PS
2240 FOR J = 1 TO 3
2260 CALL A1
2280 NEXT J
2300 P0 = PEEK (A2):P1 = PEEK (A2 + 1):P2 = PEEK (A2 +
      2)
2320 P = (P2 * 256 ^ 2 + P1 * 256 + P0) / 1000
2900 RETURN
2999 REM -----
3000 REM * Compute real data *
3100 T(N) = INT ((ST(CT) * T + IT(CT)) / 40.8E - 3 * 10 +
      0.5) / 10
3120 P(N) = INT ((SP(CP) * P + IP(CP)) * 1000 + 0.5) / 10
      00
3140 PRINT N;: HTAB (15): PRINT T(N);: HTAB (28): PRINT P
      (N)
3900 RETURN
3999 REM -----
4000 REM * Timer *
4100 FOR J = 1 TO M
4120 X = PEEK (A3)
4140 IF X = 211 THEN J = M:SFLAG = 0
4160 NEXT J
4900 RETURN
4999 REM -----
5000 REM * Save file *
5100 INPUT "FILE NAME : ";NAME$
5120 PRINT : PRINT
5140 PRINT D$;"OPEN ";NAME$
5160 PRINT D$;"WRITE ";NAME$
5180 PRINT N * 2
5200 FOR J = 1 TO N
5220 PRINT T(J)
5240 PRINT P(J)
5260 NEXT J
5280 PRINT D$;"CLOSE ";NAME$
5900 RETURN
5999 REM -----

```

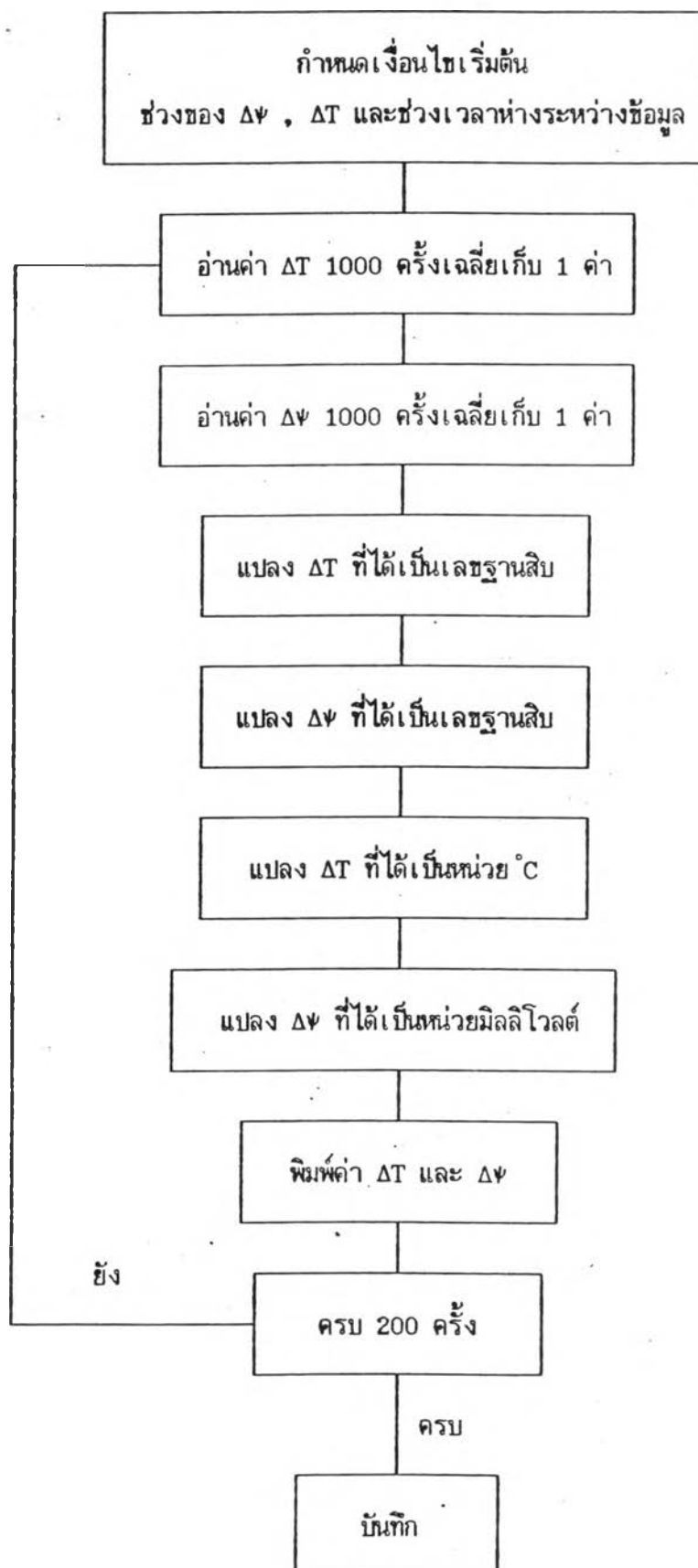
]

ชุดคำสั่งที่ ๖.4

5000-	08	PHP	
5001-	48	PHA	
5002-	A9 00	LDA	#\$00
5004-	8D 03 51	STA	\$5103
5007-	8D 04 51	STA	\$5104
500A-	8D 05 51	STA	\$5105
500D-	A9 04	LDA	#\$04
500F-	8D 00 51	STA	\$5100
5012-	A9 FA	LDA	#\$FA
5014-	8D 01 51	STA	\$5101
5017-	A9 20	LDA	#\$20
5019-	8D 02 51	STA	\$5102
501C-	A9 00	LDA	#\$00
501E-	8D C1 C0	STA	\$C0C1
5021-	CE 02 51	DEC	\$5102
5024-	D0 FB	BNE	\$5021
5026-	18	CLC	
5027-	AD C0 C0	LDA	\$C0C0
502A-	6D 03 51	ADC	\$5103
502D-	8D 03 51	STA	\$5103
5030-	A9 00	LDA	#\$00
5032-	6D 04 51	ADC	\$5104
5035-	8D 04 51	STA	\$5104
5038-	A9 00	LDA	#\$00
503A-	6D 05 51	ADC	\$5105
503D-	8D 05 51	STA	\$5105
5040-	CE 01 51	DEC	\$5101
5043-	F0 03	BEQ	\$5048
5045-	4C 17 50	JMP	\$5017
5048-	CE 00 51	DEC	\$5100
504B-	F0 08	BEQ	\$5055
504D-	A9 FA	LDA	#\$FA
504F-	8D 01 51	STA	\$5101
5052-	4C 17 50	JMP	\$5017
5055-	68	PLA	
5056-	28	PLP	
5057-	60	RTS	
5058-	00	BRK	
5059-	00	BRK	
505A-	00	BRK	

*

ขั้นตอนการทำงานของชุดคำสั่ง



ประวัติผู้เขียน

นางสาว มาลี ณะสาร เกิดวันที่ 26 กรกฎาคม พ.ศ.2507 ที่เขตพญาไท
จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สาขาฟิสิกส์) จาก
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2529 จากนั้นเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโทบัณฑิต
ภาควิชาฟิสิกส์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

