

บรรณานุกรม

1. วัชรกร วงศ์คำจันทร์ วันชัย ยอดสุใจ และสุวิมล สัจจาณิชย์. ศูนย์วัสดุและโครงสร้าง ภาค
2. วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ “โยธาสาร วิศวกรรมสารแห่ง ประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์” ปีที่ 22 ฉบับที่ 4 กค.-สค. 2553
3. Andrade, C. and J.A. Gaonzalez. "Quantitative Measurements of Corrosion Rates of Reinforcing Steels
4. Andrade, C., V. Castelo, C. Alonso, and Y. Gonzalez. ASTM STP 906. philadelphia, PA: ASTM, 1984, pp. 43-63.
5. Borgard, B., C. Warren, S. Somayaji, and R. Heidersbach. Corrosion Rates of Steel in Concrete. ASTM STP 1065.
6. Broomfield, J. P. "The Determination of Rates of Highway Bridge Deterioration. Rehabilitation and Life Cycle Costing Under the Strategic Highway Resea_h Program."
7. Babskow, A. "Some Achievements in the Field of Logging and Processing the Focused Resistivity Logs." Revie Roumaine de Geologie Geophysique et Geographie 25 (1981): 115.
8. Berke, N.S., D.F. Shen, and K.M. Sundberg. Corrosion Rates of Steel in Concrete. ASTM STP 1065. Edited by N.S. Berke, V. Chaker, and D. Whiting. Philadelphia, PA: ASTM, 1990, pp. 38
9. C.Andrade, M.C.Alonso, J.A.Gonzalez, An initial effort to use corrosion rate measurements for estimating rebar durability corrosion rates of steel in concrete, *ASTM STP 1065*, N.S.Berke et al. editors. ASTM, Philadelphia 1990. 29-37.
10. Cady, P.D. Chloride Corrosion of Steel in Concrete. ASTM STP 629. Edited by D.E. Tolnlm and S.W. Dean, Jr., Philadelphia, PA: ASTM, 1977, pp. 3-11.
11. De Witte, L., K.P. Fournier, and H. Tejada-Flores. "Potential Distribution Due to a Cylindrical Electrode Mounted on an Insulating Probe." Geophysics XXII No. 1 (1957): 67.
12. Danson, J.L., D.G. John, M.I. Jafar, K. Hladky, and L. Sherwood. "Electrochemical Methods for the Inspection and Monitoring of Corrosion of Reinforcing Steel in Concrete." In Corrosion of Reinforcement in Concrete, edited by C.L. Page et al. London: Elsevier, 1990, pp. 358-371.
13. Escalante, E., E. Whiteton, and F. Qui. NBS Report NBSIR 86-3456. Washington, D.C.: NBS, October 1986, pp. 1-27.
14. Eescalante, E. "Effectiveness of Potential Measurements for Estimating Corrosion of Steel in Concrete." In Corrosion of Reinforcement in Concrete, edited by C.L. Page et al. London: Elsevier, 1990, pp.281-292.



15. Embedded in Concrete Using Polarization Resistance Measurements." *Weri_toffe and Korrosion* 29 (1978): 515.
16. Elsener, B., S. Muller, M. Suter, and H. Bohni. *Measurement and Testing in Civil Engineering*, RILEM, Lyon, France (1988).
17. Feliu, S., J.A. Gonzalez, S. Feliu, Jr., and M. C. Andrade. "Polarization Resistance in Reinforced Concrete." *ACI Materials Journal* No. 87-M47 (Sept./Oct. 1990): 457-460.
18. Feliu, S., J.A. Gonzalez, M.L. Escudero, and C. Andrade. Influence of Counter Electrode size on the on-site Measurement of
19. Feliu, S., J.A. Gonzalez, M.L. Eseudero, S. Feliu, Jr., and C. Andrade. Possibilities of the Guard Ring for Electrical Signal Confinement in the Polarization Measurements of Reinforcements. *Corrosion* 46 No. 12 (1990): 1015.
20. F. Mansfeld. In: *Polarization Resistance Measurement, Electrochemical Techniques for*
21. *Corrosion*, National Association of Corrosion Engineers, Houston (1977), p. 18-26.
22. Guyod, H. "Factors Affecting the Responses of Laterolog-Type Logging Systems (LI3 and LL7)." *Journal of Petroleum Technology* 16 (1964): 211.
23. Guoyd, H. "Examples of Current Distribution About Laterolog Sondes." *The Log Analyst* 7 No. 1 (1966): 27
24. Holm, J. *Corrosion, Concrete and Chlorides*. American Concrete Institute SP 102. Edited by F.W. Gibson. Detroit, MI: ACI, 1987, p. 35.
25. Jasinski, R.J., and K.D. Efird. "Electrochemical Corrosion Measurements in Crude Oil." *Corrosion* 43 No. 8 (1987): 476.
26. Jasinski, R.L., and K.D. Efird. "Electrochemical Corrosion Probe for High Resistivity
27. *Hydrocarbon/Water Mixtures*. *Corrosion* 44 No. 9 (1988): 658.
28. K.C. Clear, "Time to corrosion of reinforcing steel in concrete slabs", Report No. FHWA/RD-
29. 82/028, *Federal Highway Administration, Washington, D.C.*, 1982.
30. Litvan, G. and J. Bickley. *Concrete Durability*. Detroit, MI: American Concrete Institute SP 100. Edited by J. ScaIon. 1987, pp. 1503-1515.
31. Matsuoka, K., H. Kihira, S. Ito, and T. Murata. *Corrosion Rates of Steel in Concrete*. ASTM STP 1065. Edited by N.S. Berke, V. Chaker, and D. Whiting. Philadelphia, PA: ASTM, 1990, pp. 103- 117.
32. Moran, J.H., and R.E. Chemali. "More on the Laterlog Device.* *Geophysical Prospecting* 27 (1979): 902.



33. M. Stern and A.L. Geary, *J. Electrochem. Soc.* 104 (1) (1957) 56.
34. M.G.Grantham and J.Broomfield, *Construction and Materials* 11 (1997) 215
35. Millard, S.G., M.H. Ghassemi, J.H. Bnngy, and M.I. Jafar. "Assessing the Electrical Resistivity of Concrete Structures for Corrosion Durability Studies." In *Corrosion*
36. Sagues, A.A. Critical Issues in Electrochemical Corrosion Measurements Techniques.
37. SchieB1, P. "Chlorindinduzierte Korrosion yon Stablin Beton." *Betonwerk und Fertigteil Technik* 10 (1986): 626.
38. Slater, J. Corrosion of Metals in Association with Concrete. ASTM STP 818. Philadelphia, PA: ASTM, 1983, 83 pp.
39. Sehgal, A., Y.T. Kho, K. Osseo-Asare, and H.W. Picketing. Paper 39.1. Presented at the 29th Annual Conference of Canadian Institute of Metallurgists, Hamilton, Canada, 1990.
40. S. Feliu, J.A. Gonzalez, C. Andrade and V. Feliu. *Corrosion* 44 (1988) 761
41. S. Feliu, J.A. Gonzalez and C. Andrade. *ACI Special Publication* SP151-10 (1994) 183
42. S. Feliu, J.A. Gonzalez, S. Feliu, Jr and C. Andrade. *ACI Mat J* 87 (1990) 457
43. S. Feliu, J.A. Gonzalez and C. Andrade. *J Appl Electrochem* 26 (1996) 305
44. Tamura, M., M. Nagayama, and K. Shimozawa. Corrosion of Reinforcement in Concrete. Edited by C.L. Page, K.W. Treadway, and K.P.B. Bamforth. New York: Elsevier Applied Science, 1990, p. 372.
45. Tamura, H. and M. Yoshlda. Detroit, MI: American Concrete Institute. SP-82. 1984, pp. 689-702.
66. Simon, P. Paper No. 380. Presented at Corrosion '89. New Orleans, April 1989.
46. Wenger, F., and J. Galland. "Analysis of Local Corrosion of Large Metallic Structures or Reinforced Concrete Structures by Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS)." *Electrochimica Acta* 35 No. 10 (1990):1573.



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ค่าศักย์ไฟฟ้าการเกิดสนิมและกระแสไฟฟ้าการเกิดสนิมของแผ่นคานคอนกรีต

ภาคผนวก ก

ค่าศักย์ไฟฟ้าการเกิดสนิมและกระแสไฟฟ้าการเกิดสนิมของแผ่นคานคอนกรีต

ตารางภาคผนวกที่ ก1 ค่าศักย์ไฟฟ้าการเกิดสนิมและกระแสไฟฟ้าการเกิดสนิมของแผ่นคาน
คอนกรีตเสริมเหล็ก กรณีวัดค่าตรงบริเวณมุมของเหล็กเสริม

ไม่ใช้กระแสไฟฟ้าเร่งการเกิดสนิมของเหล็กเสริมที่อายุ 0 สัปดาห์										
จำนวนครั้ง เงื่อนไข	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 4		ครั้งที่ 5	
	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A
Control	-403.9	252.30	-402.3	254.10	-401.6	254.80	-400.3	256.20	-398.6	257.70
5% Cl ⁻	-467.3	326.40	-466.4	325.80	-465.7	326.00	-464.5	326.50	-463.3	327.50
10% Cl ⁻	-515.8	404.40	-514.5	406.60	-514.0	407.00	-513.2	408.30	-512.3	409.60
15% Cl ⁻	-511.2	355.40	-506.3	354.90	-501.2	351.80	-499.1	352.10	-496.7	352.80
	ศักย์ไฟฟ้าของการเกิดสนิม (mV)					กระแสไฟฟ้าของการเกิดสนิม (μ V)				
Control	-403.9	-402.3	-401.6	-400.3	-398.6	252.30	254.10	254.80	256.20	257.70
5% Cl ⁻	-467.3	-466.4	-465.7	464.5	-463.3	326.40	325.80	326.00	326.50	327.50
10% Cl ⁻	-515.8	-514.5	-514.0	-513.2	-512.3	404.40	406.60	407.00	408.30	409.60
15% Cl ⁻	-511.2	-506.3	-501.2	-499.1	-496.7	350.10	350.50	351.80	352.10	352.80

ตารางภาคผนวกที่ ก2 ค่าศักย์ไฟฟ้าการเกิดสนิมและกระแสไฟฟ้าการเกิดสนิมของแผ่นคาน

คอนกรีตเสริมเหล็ก กรณีวัดค่าตรงบริเวณตรงกลางของเหล็กเสริม

ไม่ใช้กระแสไฟฟ้าเร่งการเกิดสนิมของเหล็กเสริมที่อายุ 0 สัปดาห์										
จำนวนครั้ง เงื่อนไข	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 4		ครั้งที่ 5	
	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A
Control	-394.4	253.70	-392.6	256.00	-391.8	256.80	-390.8	258.14	-389.6	259.60
5% Cl ⁻	-459.5	315.70	-458.8	317.40	-458.0	318.00	-456.9	319.20	-455.6	320.70
10% Cl ⁻	-549.8	402.00	-549.1	403.60	-548.9	404.50	-548.4	405.40	-548.0	406.90
15% Cl ⁻	-540.9	380.10	-540.4	382.90	-539.6	383.20	-538.5	384.10	-537.2	385.10
ศักย์ไฟฟ้าของการเกิดสนิม (mV)					กระแสไฟฟ้าของการเกิดสนิม (μ V)					
Control	-394.4	-392.6	-391.8	-390.8	-389.6	253.70	256.00	256.80	258.14	259.60
5% Cl ⁻	-459.5	-458.8	-458.0	-456.9	-455.6	315.70	317.40	318.00	319.20	320.70
10% Cl ⁻	-549.8	-549.3	-548.9	-548.4	-548.0	402.00	403.6	404.50	405.40	406.90
15% Cl ⁻	-540.9	-540.4	-539.6	-538.5	-537.2	380.10	382.90	383.20	384.10	385.10

ตารางภาคผนวกที่ ก3 ค่าศักย์ไฟฟ้าการเกิดสนิมและกระแสไฟฟ้าการเกิดสนิมของแผ่นคาน

คอนกรีตเสริมเหล็ก กรณีวัดค่าตรงบริเวณมุมของเหล็กเสริม

ไม่ใช้กระแสไฟฟ้าเร่งการเกิดสนิมของเหล็กเสริมที่อายุ 1 สัปดาห์										
จำนวนครั้ง เงื่อนไข	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 4		ครั้งที่ 5	
	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A
Control	-316.8	213.00	-313.8	213.40	-312.4	213.30	-310.3	213.80	-307.5	213.60
5% Cl ⁻	-447.3	306.30	-447.0	304.80	-446.1	304.40	-445.0	305.20	-443.8	306.00
10% Cl ⁻	-424.7	280.70	-422.8	282.90	-421.9	283.40	-420.7	284.50	-419.3	285.90
15% Cl ⁻	-538.1	355.60	-537.6	354.80	-537.1	355.10	-536.3	356.40	-535.3	357.50
ศักย์ไฟฟ้าของการเกิดสนิม (mV)					กระแสไฟฟ้าของการเกิดสนิม (μ V)					
Control	-315.0	-312.0	-311.2	-310.3	-310.0	212.50	213.15	213.30	213.80	213.60
5% Cl ⁻	-447.3	-447.0	-446.1	-445.0	-443.8	304.10	304.80	304.40	305.20	306.00
10% Cl ⁻	-424.7	-422.8	-421.9	-420.7	-419.3	280.70	282.90	283.40	284.50	285.90
15% Cl ⁻	-538.1	-537.6	-537.1	-536.3	-535.3	355.60	354.80	355.10	356.40	357.50



ตารางภาคผนวกที่ ก4 ค่าศักย์ไฟฟ้าการเกิดสนิมและกระแสไฟฟ้าการเกิดสนิมของแผ่นคาน

คอนกรีตเสริมเหล็กกรณีวัดค่าตรงบริเวณตรงกลางของเหล็กเสริม

ไม่ใช้กระแสไฟฟ้าเร่งการเกิดสนิมของเหล็กเสริมที่อายุ 1 สัปดาห์										
จำนวนครั้ง เงื่อนไข	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 4		ครั้งที่ 5	
	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A
Control	-333.4	216.90	-327.8	211.30	-325.7	210.70	-322.1	209.70	-319.4	209.80
5% Cl ⁻	-448.1	305.80	-446.8	307.80	-446.0	308.40	-444.9	309.80	-443.8	311.30
10% Cl ⁻	-445.6	287.80	-443.0	290.20	-441.5	290.90	-439.8	292.10	-438.0	293.60
15% Cl ⁻	-543.3	380.00	-541.0	383.40	-539.8	384.50	-539.2	385.90	-538.6	387.60
ศักย์ไฟฟ้าของการเกิดสนิม (mV)					กระแสไฟฟ้าของการเกิดสนิม (μ V)					
Control	-333.4	-327.8	-325.7	-322.1	-321.0	209.80	209.90	210.70	211.00	216.00
5% Cl ⁻	-448.1	-446.8	-446.0	-444.9	-443.8	305.80	307.80	308.40	309.80	311.30
10% Cl ⁻	-445.6	-443.0	-441.5	-439.8	-438.0	287.80	290.20	290.90	292.10	293.60
15% Cl ⁻	-543.3	-541.0	-539.8	-539.2	-538.6	380.00	383.40	384.50	385.90	387.60

ตารางภาคผนวกที่ ก5 ค่าศักย์ไฟฟ้าการเกิดสนิมและกระแสไฟฟ้าการเกิดสนิมของแผ่นคาน

คอนกรีตเสริมเหล็กกรณีวัดค่าตรงบริเวณมุมของเหล็กเสริม

ไม่ใช้กระแสไฟฟ้าเร่งการเกิดสนิมของเหล็กเสริมที่อายุ 2 สัปดาห์										
จำนวนครั้ง เงื่อนไข	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 4		ครั้งที่ 5	
	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A
Control	-376.6	294.90	-374.4	295.00	-373.3	295.50	-371.4	295.60	-369.8	296.50
5% Cl ⁻	-363.6	235.00	-361.4	237.40	-360.9	238.20	-360.5	239.40	-359.0	240.60
10% Cl ⁻	-403.0	294.50	-401.0	296.70	-400.0	297.60	-398.9	299.10	-397.7	300.60
15% Cl ⁻	-460.1	446.60	-458.8	449.00	-458.6	449.60	-457.4	451.10	-456.5	453.10
ศักย์ไฟฟ้าของการเกิดสนิม (mV)					กระแสไฟฟ้าของการเกิดสนิม (μ V)					
Control	-376.6	-374.4	-373.3	-371.4	-369.8	294.50	295.00	295.50	295.80	296.50
5% Cl ⁻	-363.6	-361.4	-360.9	-360.5	-359.0	235.00	237.40	238.20	239.40	240.60
10% Cl ⁻	-403.0	-401.0	-400.0	-398.9	-397.7	294.50	296.70	297.60	299.10	300.60
15% Cl ⁻	-460.1	-458.8	-458.6	-457.4	-456.5	446.60	449.00	449.60	451.10	453.10



ตารางภาคผนวกที่ 6 ค่าศักย์ไฟฟ้าการเกิดสปีดและกระแสไฟฟ้าการเกิดสปีดของแผ่นคาน

คอนกรีตเสริมเหล็ก กรณีวัดค่าตรงบริเวณตรงกลางของเหล็กเสริม

ไม่ใช้กระแสไฟฟ้าเร่งการเกิดสปีดของเหล็กเสริมที่อายุ 2 สัปดาห์										
จำนวนครั้ง เงื่อนไข	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 4		ครั้งที่ 5	
	mV	μA	mV	μA	mV	μA	mV	μA	mV	μA
Control	-427.0	320.60	-426.0	322.30	-425.5	323.50	-424.7	324.20	-423.9	325.00
5% Cl^-	-358.2	216.80	-355.5	223.70	-353.6	226.60	-351.5	230.40	-349.6	234.20
10% Cl^-	-414.0	274.70	-413.8	278.30	-413.5	279.10	-413.2	281.90	-411.0	285.20
15% Cl^-	-506.3	502.00	-504.2	504.30	-502.7	505.00	-501.1	506.30	-498.2	506.50
ศักย์ไฟฟ้าของการเกิดสปีด (mV)					กระแสไฟฟ้าของการเกิดสปีด (μV)					
Control	-427.0	-426.0	-425.5	-424.7	-423.9	320.60	322.30	323.50	324.20	325.00
5% Cl^-	-358.2	-355.5	-353.6	-351.5	-349.6	216.80	223.70	226.60	230.40	234.20
10% Cl^-	-414.0	-413.8	-413.5	-413.2	-411.0	274.70	278.30	279.10	281.90	285.20
15% Cl^-	-506.3	-504.2	-502.7	-501.1	-498.2	502.00	504.30	505.00	506.30	506.50

ตารางภาคผนวกที่ 7 ค่าศักย์ไฟฟ้าการเกิดสปีดและกระแสไฟฟ้าการเกิดสปีดของแผ่นคาน

คอนกรีตเสริมเหล็ก กรณีวัดค่าตรงบริเวณมุมของเหล็กเสริม

ไม่ใช้กระแสไฟฟ้าเร่งการเกิดสปีดของเหล็กเสริมที่อายุ 3 สัปดาห์										
จำนวนครั้ง เงื่อนไข	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 4		ครั้งที่ 5	
	mV	μA	mV	μA	mV	μA	mV	μA	mV	μA
Control	-455.0	248.00	-444.0	250.00	-433.0	251.00	-442.0	252.00	-441.0	253.00
5% Cl^-	-404.0	212.00	-403.0	214.00	-402.0	215.00	-401.0	216.00	-400.0	218.00
10% Cl^-	-430.0	210.00	-429.0	211.00	-429.0	212.00	-428.0	213.00	-427.0	214.00
15% Cl^-	-455.0	234.00	-455.0	236.00	-454.0	237.00	-454.0	238.00	-454.0	240.00
ศักย์ไฟฟ้าของการเกิดสปีด (mV)					กระแสไฟฟ้าของการเกิดสปีด (μV)					
Control	-455.0	-444.0	-433.0	-442.0	-441.0	248.00	250.00	251.00	252.00	253.00
5% Cl^-	-404.0	-403.0	-402.0	-401.0	-400.0	212.00	214.00	215.00	216.00	218.00
10% Cl^-	-430.0	-429.0	-429.0	-428.0	-427.0	210.00	211.00	212.00	213.00	214.00
15% Cl^-	-455.0	-455.0	-454.0	-454.0	-454.0	234.00	236.00	237.00	238.00	240.00



ตารางภาคผนวกที่ ๘ ค่าศักย์ไฟฟ้าการเกิดสนิมและกระแสไฟฟ้าการเกิดสนิมของแผ่นคาน
คอนกรีตเสริมเหล็ก กรณีวัดค่าตรงบริเวณตรงกลางของเหล็กเสริม

ไม่ใช้กระแสไฟฟ้าเร่งการเกิดสนิมของเหล็กเสริมที่อายุ 3 สัปดาห์										
จำนวนครั้ง เงื่อนไข	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 4		ครั้งที่ 5	
	mV	μA	mV	μA	mV	μA	mV	μA	mV	μA
Control	-463.0	249.00	-462.0	251.00	-461.0	252.00	-460.0	252.00	-459.0	253.00
5% Cl ⁻	-402.0	213.00	-401.0	214.00	-400.0	215.00	-400.0	216.00	-399.0	217.00
10% Cl ⁻	-433.0	221.00	-431.0	223.00	-430.0	222.00	-429.0	223.00	-428.0	224.00
15% Cl ⁻	-487.0	248.00	-477.0	250.00	-476.0	251.00	-476.0	252.00	-475.0	254.00
ศักย์ไฟฟ้าของการเกิดสนิม (mV)					กระแสไฟฟ้าของการเกิดสนิม (μV)					
Control	-463.0	-462.0	-461.0	-460.0	-459.0	249.00	251.00	252.00	252.00	253.00
5% Cl ⁻	-402.0	-401.0	-400.0	-400.0	-399.0	213.00	214.00	215.00	216.00	217.00
10% Cl ⁻	-433.0	-431.0	-430.0	-429.0	-428.0	221.00	223.00	222.00	223.00	224.00
15% Cl ⁻	-487.0	-477.0	-476.0	-476.0	-475.0	248.00	250.00	251.00	252.00	254.00

ตารางภาคผนวกที่ ๙ ค่าศักย์ไฟฟ้าการเกิดสนิมและกระแสไฟฟ้าการเกิดสนิมของแผ่นคาน
คอนกรีตเสริมเหล็กกรณีวัดค่าตรงบริเวณมุมของเหล็กเสริม

ไม่ใช้กระแสไฟฟ้าเร่งการเกิดสนิมของเหล็กเสริมที่อายุ 4 สัปดาห์										
จำนวนครั้ง เงื่อนไข	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 4		ครั้งที่ 5	
	mV	μA	mV	μA	mV	μA	mV	μA	mV	μA
Control	-298.0	315.00	-291.0	317.00	-281.0	318.00	-277.0	319.00	-276.0	320.00
5% Cl ⁻	-336.0	260.00	-334.0	262.70	-333.0	263.20	-332.0	264.30	-331.0	265.60
10% Cl ⁻	-432.0	306.50	-430.0	309.00	-430.0	309.50	-429.0	311.00	-428.0	312.70
15% Cl ⁻	-520.0	394.40	-519.0	396.60	-518.0	397.20	-516.0	398.50	-515.0	400.00
ศักย์ไฟฟ้าของการเกิดสนิม (mV)					กระแสไฟฟ้าของการเกิดสนิม (μV)					
Control	-298.0	-291.0	-281.0	-277.0	-276.0	315.00	317.00	318.00	319.00	320.00
5% Cl ⁻	-336.0	-334.0	-333.0	-332.0	-331.0	260.00	262.70	263.20	264.30	265.60
10% Cl ⁻	-432.0	-430.0	-430.0	-429.0	-428.0	306.50	309.00	309.50	311.00	312.70
15% Cl ⁻	-520.0	-519.0	-518.0	-516.0	-515.0	394.40	396.60	397.20	398.50	400.00



ตารางภาคผนวกที่ 10 ค่าศักย์ไฟฟ้าการเกิดสนิมและกระแสไฟฟ้าการเกิดสนิมของแผ่นคาน
คอนกรีตเสริมเหล็ก กรณีวัดค่าตรงบริเวณตรงกลางของเหล็กเสริม

ไม่ใช้กระแสไฟฟ้าเร่งการเกิดสนิมของเหล็กเสริมที่อายุ 4 สัปดาห์										
จำนวนครั้ง เงื่อนไข	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 4		ครั้งที่ 5	
	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A
Control	-413.0	336.00	-412.0	338.00	-411.0	338.60	-410.0	340.00	-410.0	341.00
5% Cl ⁻	-330.0	244.00	-329.0	246.00	-328.0	246.70	-327.0	248.00	-328.0	249.40
10% Cl ⁻	-458.0	320.40	-458.0	321.00	-457.0	322.00	-456.0	323.60	-456.0	325.00
15% Cl ⁻	-528.0	379.00	-528.0	381.60	527.00	382.60	-526.0	384.00	-526.0	385.00
	ศักย์ไฟฟ้าของการเกิดสนิม (mV)					กระแสไฟฟ้าของการเกิดสนิม (μ V)				
Control	-413.0	-412.0	-411.0	-410.0	-409.5	336.00	338.00	338.60	340.00	341.00
5% Cl ⁻	-330.0	-329.0	-328.0	-327.0	-328.0	244.00	246.00	246.70	248.00	249.40
10% Cl ⁻	-458.0	-458.0	-457.0	-456.0	-456.0	320.40	321.00	322.00	323.60	325.00
15% Cl ⁻	-528.0	-528.0	-527.0	-526.0	-526.0	379.00	381.60	382.60	384.00	385.00

ตารางภาคผนวกที่ 11 ค่าศักย์ไฟฟ้าการเกิดสนิมและกระแสไฟฟ้าการเกิดสนิมของแผ่นคาน
คอนกรีตเสริมเหล็กกรณีวัดค่าตรงบริเวณมุมของเหล็กเสริม

ไม่ใช้กระแสไฟฟ้าเร่งการเกิดสนิมของเหล็กเสริมที่อายุ 5 สัปดาห์										
จำนวนครั้ง เงื่อนไข	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 4		ครั้งที่ 5	
	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A
Control	-231.2	231.20	-231.1	231.40	-231.0	231.60	-231.0	232.40	-231.0	232.80
5% Cl ⁻	-190.4	190.40	-190.3	190.80	-190.2	190.90	-190.1	191.00	-190.0	191.20
10% Cl ⁻	-261.0	261.30	-260.5	261.90	-260.4	261.30	-260.3	261.40	-260.0	261.60
15% Cl ⁻	-185.0	184.10	-184.5	184.60	-184.3	185.00	-184.2	185.70	-184.0	186.30
	ศักย์ไฟฟ้าของการเกิดสนิม (mV)					กระแสไฟฟ้าของการเกิดสนิม (μ V)				
Control	-231.2	-231.1	-231.0	-231.0	-231.0	231.20	231.40	231.60	232.40	232.80
5% Cl ⁻	-190.4	-190.3	-190.2	-190.1	-190.0	190.40	190.80	190.90	191.00	191.20
10% Cl ⁻	-261.0	-260.5	-260.4	-260.3	-260.0	261.30	261.50	261.55	261.59	261.60
15% Cl ⁻	-185.0	-184.5	-184.3	-184.2	-184.0	184.10	184.60	185.00	185.70	186.30



ตารางภาคผนวกที่ ก12 ค่าศักย์ไฟฟ้าการเกิดสนิมและกระแสไฟฟ้าการเกิดสนิมของแผ่นคาน
คอนกรีตเสริมเหล็ก กรณีวัดค่าตรงบริเวณตรงกลางของเหล็กเสริม

ไม่ใช้กระแสไฟฟ้าเร่งการเกิดสนิมของเหล็กเสริมที่อายุ 5 สัปดาห์										
จำนวนครั้ง เงื่อนไข	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 4		ครั้งที่ 5	
	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A
Control	-222.5	222.80	-222.4	222.90	-222.3	223.00	-222.2	223.50	-222.0	223.80
5% Cl ⁻	-190.5	190.70	-190.3	191.00	-190.2	191.40	-190.1	191.60	-190.0	191.80
10% Cl ⁻	-230.0	230.10	-229.6	230.00	-229.4	230.00	-229.3	230.00	-229.0	230.00
15% Cl ⁻	-204.0	204.20	-203.6	204.40	-203.4	204.70	-203.2	205.00	-202.0	205.50
	ศักย์ไฟฟ้าของการเกิดสนิม (mV)					กระแสไฟฟ้าของการเกิดสนิม (μ V)				
Control	-222.5	-222.4	-222.3	-222.2	-222.0	222.80	222.90	223.00	223.50	223.80
5% Cl ⁻	-190.5	-190.3	-190.2	-190.1	-190.0	190.70	191.00	191.40	191.60	191.80
10% Cl ⁻	-230.0	-229.6	-229.4	-229.3	-229.0	230.10	230.20	230.40	230.45	230.50
15% Cl ⁻	-204.0	-203.6	-203.4	-203.2	-202.0	204.20	204.40	204.70	205.00	205.50

ตารางภาคผนวกที่ ก13 ค่าศักย์ไฟฟ้าการเกิดสนิมและกระแสไฟฟ้าการเกิดสนิมของแผ่นคาน
คอนกรีตเสริมเหล็ก กรณีวัดค่าตรงบริเวณมุมของเหล็กเสริม

ใช้กระแสไฟฟ้าเร่งการเกิดสนิมของเหล็กเสริมที่อายุ 6 สัปดาห์										
จำนวนครั้ง เงื่อนไข	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 4		ครั้งที่ 5	
	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A
Control	-617.7	308.60	-614.5	310.30	-613.0	312.09	-611.5	319.60	-611.0	320.00
5% Cl ⁻	-372.0	229.20	-371.8	230.10	-371.0	232.60	-369.9	234.60	-368.5	236.60
10% Cl ⁻	-305.0	169.50	-304.0	169.60	-298.0	169.70	-288.0	169.80	-284.0	169.90
15% Cl ⁻	-436.7	238.40	-436.6	241.50	-435.2	243.00	-433.5	244.80	-431.5	246.80
	ศักย์ไฟฟ้าของการเกิดสนิม (mV)					กระแสไฟฟ้าของการเกิดสนิม (μ V)				
Control	-617.7	-614.5	-613.0	-611.5	-611.0	308.60	310.30	312.09	319.60	320.00
5% Cl ⁻	-372.0	-371.8	-371.0	-369.9	-368.5	229.20	230.10	232.60	234.60	236.60
10% Cl ⁻	-306.0	-305.0	-303.5	-302.8	-303.0	168.50	169.10	169.50	169.55	169.90
15% Cl ⁻	-436.7	-436.6	-435.2	-433.5	-431.5	238.40	241.50	243.00	244.80	246.80



ตารางภาคผนวกที่ ก14 ค่าศักย์ไฟฟ้าการเกิดสปีมีและกระแสไฟฟ้าการเกิดสปีมีของแผ่นคาน
คอนกรีตเสริมเหล็ก กรณีวัดค่าตรงบริเวณตรงกลางของเหล็กเสริม

ใช้กระแสไฟฟ้าเร่งการเกิดสปีมีของเหล็กเสริมที่อายุ 6 สัปดาห์										
จำนวนครั้ง เงื่อนไข	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 4		ครั้งที่ 5	
	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A
Control	-586.0	279.00	-584.0	281.00	-583.0	282.50	-582.5	282.90	-582.2	286.20
5% Cl ⁻	-408.0	230.00	-405.0	237.80	-401.3	241.30	-396.1	245.30	-392.4	248.30
10% Cl ⁻	-290.1	171.50	-286.1	170.90	-284.2	174.20	-279.6	171.80	-277.8	173.40
15% Cl ⁻	-434.1	257.90	-432.9	259.60	-431.6	261.20	-430.4	263.06	-429.1	265.00
	ศักย์ไฟฟ้าของการเกิดสปีมี (mV)					กระแสไฟฟ้าของการเกิดสปีมี (μ V)				
Control	-586.0	-584.0	-583.0	-582.5	-582.2	279.00	281.00	282.50	282.90	286.20
5% Cl ⁻	-408.0	-405.0	-401.3	-396.1	-392.4	230.00	237.80	241.30	245.30	248.30
10% Cl ⁻	-290.1	-286.1	-284.2	-279.6	-277.8	171.50	172.00	173.00	173.80	174.00
15% Cl ⁻	-434.1	-432.9	-431.6	-430.4	-429.1	257.90	259.60	261.20	263.06	265.00

ตารางภาคผนวกที่ ก15 ค่าศักย์ไฟฟ้าการเกิดสปีมีและกระแสไฟฟ้าการเกิดสปีมีของแผ่นคาน
คอนกรีตเสริมเหล็ก กรณีวัดค่าตรงบริเวณมุมของเหล็กเสริม

ใช้กระแสไฟฟ้าเร่งการเกิดสปีมีของเหล็กเสริมที่อายุ 1 สัปดาห์										
จำนวนครั้ง เงื่อนไข	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 4		ครั้งที่ 5	
	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A
Control	-655.4	458.00	-654.9	461.60	-654.4	461.80	-653.4	462.70	-652.3	463.50
5% Cl ⁻	-295.0	214.00	-293.7	216.60	-293.4	217.30	-292.9	218.60	-292.1	220.20
10% Cl ⁻	-462.0	298.00	-464.4	304.70	-468.0	310.00	-467.5	311.60	-468.9	315.30
15% Cl ⁻	-634.0	465.00	-633.6	467.20	-632.9	467.60	-631.8	468.70	-630.8	469.90
	ศักย์ไฟฟ้าของการเกิดสปีมี (mV)					กระแสไฟฟ้าของการเกิดสปีมี (μ V)				
Control	-655.4	-654.9	-654.4	-653.4	-652.3	458.00	461.60	461.80	462.70	463.50
5% Cl ⁻	-295.0	-293.7	-293.4	-292.9	-292.1	214.00	216.60	217.30	218.60	220.20
10% Cl ⁻	-468.9	-467.0	-467.5	-465.0	-462.0	298.00	304.70	310.00	311.60	315.30
15% Cl ⁻	-634.0	-633.6	-632.9	-631.8	-630.8	465.00	467.20	467.60	468.70	469.90



ตารางภาคผนวกที่ ก16 ค่าศักย์ไฟฟ้าการเกิดสปีและกระแสไฟฟ้าการเกิดสปีของแผ่นคาน

คอนกรีตเสริมเหล็ก กรณีวัดค่าตรงบริเวณตรงกลางของเหล็กเสริม

ใช้กระแสไฟฟ้าเร่งการเกิดสปีของเหล็กเสริมที่อายุ 1 สัปดาห์										
จำนวนครั้ง เงื่อนไข	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 4		ครั้งที่ 5	
	mV	μA	mV	μA	mV	μA	mV	μA	mV	μA
Control	-639.0	444.50	-637.7	445.10	-637.2	445.40	-636.2	446.40	-634.8	447.23
5% Cl^-	-344.8	240.10	-344.1	240.30	-344.3	240.70	-343.8	242.04	-343.3	243.60
10% Cl^-	-660.0	648.00	-659.6	649.10	-658.4	649.07	-657.2	650.01	-655.9	650.80
15% Cl^-	-625.5	449.30	-624.7	450.91	-624.3	451.60	-623.6	453.10	-622.8	454.70
ศักย์ไฟฟ้าของการเกิดสปี (mV)					กระแสไฟฟ้าของการเกิดสปี (μV)					
Control	-639.0	-637.7	-637.2	-636.2	-634.8	444.50	445.10	445.40	446.40	447.23
5% Cl^-	-344.8	-344.5	-344.3	-343.8	-343.3	240.10	240.30	240.70	242.04	243.60
10% Cl^-	-660.0	-659.6	-658.4	-657.2	-655.9	648.00	649.10	649.25	650.01	650.80
15% Cl^-	-625.5	-624.7	-624.3	-623.6	-622.8	449.30	450.91	451.60	453.10	454.70

ตารางภาคผนวกที่ ก17 ค่าศักย์ไฟฟ้าการเกิดสปีและกระแสไฟฟ้าการเกิดสปีของแผ่นคาน

คอนกรีตเสริมเหล็ก กรณีวัดค่าตรงบริเวณมุมของเหล็กเสริม

ใช้กระแสไฟฟ้าเร่งการเกิดสปีของเหล็กเสริมที่อายุ 2 สัปดาห์										
จำนวนครั้ง เงื่อนไข	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 4		ครั้งที่ 5	
	mV	μA	mV	μA	mV	μA	mV	μA	mV	μA
Control	-648.0	506.30	-648.4	502.00	-646.7	499.50	-645.3	499.00	-645.0	498.80
5% Cl^-	-356.0	220.00	-355.5	223.10	-354.0	224.50	-353.5	225.90	-352.0	227.50
10% Cl^-	-623.9	585.70	-622.2	588.20	-621.3	588.80	-618.0	589.00	-617.4	591.00
15% Cl^-	-340.6	235.60	-323.3	231.60	-328.2	229.40	-323.7	228.00	-318.8	226.30
ศักย์ไฟฟ้าของการเกิดสปี (mV)					กระแสไฟฟ้าของการเกิดสปี (μV)					
Control	-648.0	-648.4	-646.7	-645.3	-645.0	506.60	507.20	507.50	507.80	507.90
5% Cl^-	-356.0	-355.5	-354.0	-353.5	-352.0	220.00	223.10	224.50	225.90	227.50
10% Cl^-	-623.9	-622.2	-621.3	-618.0	-617.4	585.70	588.20	588.80	589.00	591.00
15% Cl^-	-340.6	-332.3	-328.2	-323.7	-318.8	235.60	231.60	229.40	228.00	226.30



ตารางภาคผนวกที่ ก18 ค่าศักย์ไฟฟ้าการเกิดสนิมและกระแสไฟฟ้าการเกิดสนิมของแผ่นคานเสริมเหล็ก กรณีวัดค่าตรงบริเวณตรงกลางของเหล็กเสริม

ใช้กระแสไฟฟ้าแรงกระตุ้นการเกิดสนิมของเหล็กเสริมที่อายุ 2 สัปดาห์										
จำนวนครั้ง เงื่อนไข	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 4		ครั้งที่ 5	
	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A
Control	-562.0	409.80	-556.7	408.00	-555.4	407.80	-554.2	408.00	-553.6	408.70
5% Cl ⁻	-379.0	217.30	-379.7	219.50	-380.1	220.10	-380.4	221.80	-381.4	221.80
10% Cl ⁻	-648.5	547.00	-647.5	548.60	-647.2	548.60	-646.6	549.40	-645.9	550.20
15% Cl ⁻	-349.0	217.30	-333.2	214.00	-328.7	213.10	-323.2	212.50	-318.2	211.80
ศักย์ไฟฟ้าของการเกิดสนิม (mV)					กระแสไฟฟ้าของการเกิดสนิม (μ V)					
Control	-562.0	-556.7	-555.4	-554.2	-553.6	409.80	408.00	407.80	408.00	408.70
5% Cl ⁻	-379.0	-379.7	-380.1	-380.4	-381.4	217.30	219.50	220.10	221.80	221.80
10% Cl ⁻	-648.5	-647.5	-647.2	-646.6	-645.9	547.00	548.60	548.60	549.40	550.20
15% Cl ⁻	-349.0	-333.2	-328.7	-323.2	-318.2	217.30	214.00	213.10	212.50	211.80

ตารางภาคผนวกที่ ก19 ค่าศักย์ไฟฟ้าการเกิดสนิมและกระแสไฟฟ้าการเกิดสนิมของแผ่นคานคอนกรีตเสริมเหล็ก กรณีวัดค่าตรงบริเวณมุมของเหล็กเสริม

ใช้กระแสไฟฟ้าแรงกระตุ้นการเกิดสนิมของเหล็กเสริมที่อายุ 3 สัปดาห์										
จำนวนครั้ง เงื่อนไข	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 4		ครั้งที่ 5	
	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A
Control	-636.0	480.20	-635.2	482.30	-634.9	482.70	-634.5	482.20	-633.2	485.30
5% Cl ⁻	-313.5	242.30	-312.0	243.10	-311.0	243.10	-310.5	243.30	-309.6	244.20
10% Cl ⁻	-609.0	458.40	-604.7	459.70	-603.2	459.80	-601.6	460.70	-600.0	462.00
15% Cl ⁻	-328.1	161.20	-326.3	162.30	-326.2	162.40	-325.3	162.70	-323.0	162.90
ศักย์ไฟฟ้าของการเกิดสนิม (mV)					กระแสไฟฟ้าของการเกิดสนิม (μ V)					
Control	-636.0	-635.2	-634.9	-634.5	-633.2	480.20	482.30	482.70	483.20	485.30
5% Cl ⁻	-313.5	-312.0	-311.0	-310.5	-309.6	242.30	242.90	243.10	243.30	244.20
10% Cl ⁻	-609.0	-604.7	-603.2	-601.6	-600.0	458.40	459.50	459.80	460.70	462.00
15% Cl ⁻	-328.1	-326.3	-326.2	-325.3	-323.0	161.20	162.30	162.40	162.70	162.90



ตารางภาคผนวกที่ ก20 ค่าศักย์ไฟฟ้าการเกิดสนิมและกระแสไฟฟ้าการเกิดสนิมของแผ่นคาน
คอนกรีตเสริมเหล็ก กรณีวัดค่าตรงบริเวณตรงกลางของเหล็กเสริม

ใช้กระแสไฟฟ้าเร่งการเกิดสนิมของเหล็กเสริมที่อายุ 3 สัปดาห์										
จำนวนครั้ง เงื่อนไข	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 4		ครั้งที่ 5	
	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A
Control	-586.1	446.90	-584.5	449.70	-577.0	454.30	-575.0	456.60	-574.1	458.60
5% Cl ⁻	-304.3	223.00	-301.4	224.40	-300.0	224.80	-299.0	225.60	-298.4	226.70
10% Cl ⁻	-584.8	428.60	-583.0	431.20	-582.0	432.10	-580.8	433.60	-579.8	435.30
15% Cl ⁻	-334.7	156.20	-331.2	156.70	-329.0	153.90	-326.3	153.40	-323.0	152.60
ศักย์ไฟฟ้าของการเกิดสนิม (mV)					กระแสไฟฟ้าของการเกิดสนิม (μ V)					
Control	-586.1	-584.5	-577.0	-575.0	-574.1	446.90	449.70	454.30	456.60	458.60
5% Cl ⁻	-304.3	-301.4	-300.0	-299.0	-298.4	223.00	224.40	224.80	225.60	226.70
10% Cl ⁻	-584.8	-583.0	-582.0	-580.8	-579.8	428.60	431.20	432.10	433.60	435.30
15% Cl ⁻	-334.0	-331.2	-330.5	-330.2	-330.0	156.20	156.50	156.80	156.90	157.50

ตารางภาคผนวกที่ ก21 ค่าศักย์ไฟฟ้าการเกิดสนิมและกระแสไฟฟ้าการเกิดสนิมของแผ่นคาน
คอนกรีตเสริมเหล็ก กรณีวัดค่าตรงบริเวณมุมของเหล็กเสริม

ใช้กระแสไฟฟ้าเร่งการเกิดสนิมของเหล็กเสริมที่อายุ 4 สัปดาห์										
จำนวนครั้ง เงื่อนไข	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 4		ครั้งที่ 5	
	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A
Control	-662.0	370.00	-661.0	372.00	-661.0	373.00	-661.0	374.00	-660.0	375.00
5% Cl ⁻	-425.0	204.00	-423.0	207.00	-423.0	208.00	-422.0	209.00	-421.0	210.00
10% Cl ⁻	-558.0	287.00	-557.0	289.00	-556.0	290.00	-556.0	291.00	-555.0	292.00
15% Cl ⁻	-716.0	528.00	-715.0	530.00	-715.0	531.00	-714.0	532.00	-713.0	534.00
ศักย์ไฟฟ้าของการเกิดสนิม (mV)					กระแสไฟฟ้าของการเกิดสนิม (μ V)					
Control	-662.0	-661.0	-661.0	-661.0	-660.0	370.00	372.00	373.00	374.00	375.00
5% Cl ⁻	-425.0	-423.0	-423.0	-422.0	-421.0	204.00	207.00	208.00	209.00	210.00
10% Cl ⁻	-558.0	-557.0	-556.0	-556.0	-555.0	287.00	289.00	290.00	291.00	292.00
15% Cl ⁻	-716.0	-715.0	-715.0	-714.0	-713.0	528.00	530.00	531.00	532.00	534.00



ตารางภาคผนวกที่ ก22 ค่าศักย์ไฟฟ้าการเกิดสนิมและกระแสไฟฟ้าการเกิดสนิมของแผ่นคาน
คอนกรีตเสริมเหล็ก กรณีวัดค่าตรงบริเวณตรงกลางของเหล็กเสริม

ใช้กระแสไฟฟ้าเร่งการเกิดสนิมของเหล็กเสริมที่อายุ 4 สัปดาห์										
จำนวนครั้ง เงื่อนไข	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 4		ครั้งที่ 5	
	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A
Control	-671.0	364.00	-670.0	366.00	-670.0	367.00	-670.0	369.00	-669.0	370.00
5% Cl ⁻	-411.0	195.00	-410.0	197.00	-409.0	198.00	-409.0	200.00	-409.0	201.00
10% Cl ⁻	-597.0	311.00	-596.0	313.00	-595.0	314.00	-595.0	315.00	-594.0	316.00
15% Cl ⁻	-772.0	482.00	-770.0	483.00	-769.0	483.50	-767.0	482.00	-766.0	483.00
ศักย์ไฟฟ้าของการเกิดสนิม (mV)					กระแสไฟฟ้าของการเกิดสนิม (μ V)					
Control	-671.0	-670.0	-670.0	-670.0	-669.0	364.00	366.00	367.00	369.00	370.00
5% Cl ⁻	-411.0	-410.0	-409.0	-409.0	-409.0	195.00	197.00	198.00	200.00	201.00
10% Cl ⁻	-597.0	-596.0	-595.0	-595.0	-594.0	311.00	313.00	314.00	315.00	316.00
15% Cl ⁻	-772.0	-770.0	-769.0	-767.0	-766.0	482.00	483.00	483.50	483.90	484.00

ตารางภาคผนวกที่ ก23 ค่าศักย์ไฟฟ้าการเกิดสนิมและกระแสไฟฟ้าการเกิดสนิมของแผ่นคาน
คอนกรีตเสริมเหล็ก กรณีวัดค่าตรงบริเวณมุมของเหล็กเสริม

ใช้กระแสไฟฟ้าเร่งการเกิดสนิมของเหล็กเสริมที่อายุ 5 สัปดาห์										
จำนวนครั้ง เงื่อนไข	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 4		ครั้งที่ 5	
	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A
Control	-658.0	590.00	-655.0	590.60	-653.0	590.70	-652.0	591.00	-650.0	592.00
5% Cl ⁻	-478.0	240.00	-476.0	242.00	-476.0	243.00	-475.0	244.00	-474.0	245.60
10% Cl ⁻	-574.0	460.30	-573.0	461.80	-572.0	463.10	-571.0	464.90	-570.0	467.00
15% Cl ⁻	-587.0	421.70	-586.0	424.00	-586.0	424.50	-585.0	425.50	-584.0	426.80
ศักย์ไฟฟ้าของการเกิดสนิม (mV)					กระแสไฟฟ้าของการเกิดสนิม (μ V)					
Control	-658.0	-655.0	-653.0	-652.0	-650.0	590.00	590.60	590.70	591.00	592.00
5% Cl ⁻	-478.0	-476.0	-476.0	-475.0	-474.0	240.00	242.00	243.00	244.00	245.60
10% Cl ⁻	-574.5	-573.1	-572.5	-571.3	-570.0	460.30	461.80	463.10	464.90	467.00
15% Cl ⁻	-587.0	-586.0	-586.0	-585.0	-584.0	421.70	424.00	424.50	425.50	426.80



ตารางภาคผนวกที่ ก24 ค่าศักย์ไฟฟ้าการเกิดสนิมและกระแสไฟฟ้าการเกิดสนิมของแผ่นคาน
คอนกรีตเสริมเหล็ก กรณีวัดค่าตรงบริเวณตรงกลางของเหล็กเสริม

ใช้กระแสไฟฟ้าเร่งการเกิดสนิมของเหล็กเสริมที่อายุ 5 สัปดาห์										
จำนวนครั้ง เงื่อนไข	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 4		ครั้งที่ 5	
	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A
Control	-658.5	549.00	-657.0	549.50	-656.0	549.90	-655.0	549.90	-654.0	550.00
5% Cl ⁻	-490.0	262.00	-489.6	264.00	-489.3	265.00	-489.1	266.00	-489.0	267.00
10% Cl ⁻	-646.0	375.00	-645.0	377.00	-645.0	377.50	-645.0	378.00	-644.0	378.50
15% Cl ⁻	-651.0	466.00	-651.0	468.00	-651.0	469.00	-650.0	470.00	-649.0	472.00
ศักย์ไฟฟ้าของการเกิดสนิม (mV)					กระแสไฟฟ้าของการเกิดสนิม (μ V)					
Control	-658.5	-657.0	-656.0	-655.0	-654.0	549.00	549.50	549.90	549.90	550.00
5% Cl ⁻	-490.0	-489.6	-489.3	-489.1	-489.0	262.00	264.00	265.00	266.00	267.00
10% Cl ⁻	-646.0	-645.0	-645.0	-645.0	-644.0	375.00	377.00	377.50	378.00	378.50
15% Cl ⁻	-651.0	-651.0	-651.0	-650.0	-649.0	466.00	468.00	469.00	470.00	472.00

ตารางภาคผนวกที่ ก25 ค่าศักย์ไฟฟ้าการเกิดสนิมและกระแสไฟฟ้าการเกิดสนิมของแผ่นคาน
คอนกรีตเสริมเหล็ก กรณีวัดค่าตรงบริเวณมุมของเหล็กเสริม

ใช้กระแสไฟฟ้าเร่งการเกิดสนิมของเหล็กเสริมที่อายุ 6 สัปดาห์										
จำนวนครั้ง เงื่อนไข	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 4		ครั้งที่ 5	
	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A
Control	-464.5	464.00	-464.4	464.45	-464.3	464.70	-464.2	464.80	-464.0	464.95
5% Cl ⁻	-225.5	225.40	-225.4	225.50	-225.3	225.60	-224.7	225.65	-224.5	225.70
10% Cl ⁻	-314.5	314.60	-314.4	314.80	-314.3	314.90	-314.2	315.30	-314.1	315.60
15% Cl ⁻	-381.6	381.40	-381.5	381.45	-381.4	381.50	-381.3	381.55	-381.2	381.60
ศักย์ไฟฟ้าของการเกิดสนิม (mV)					กระแสไฟฟ้าของการเกิดสนิม (μ V)					
Control	-464.5	-464.4	-464.3	-464.2	-464.0	464.00	464.45	464.70	464.80	464.95
5% Cl ⁻	-225.5	-225.4	-225.3	-224.7	-224.5	225.40	225.50	225.60	225.65	225.70
10% Cl ⁻	-314.5	-314.4	-314.3	-314.2	-314.1	314.60	314.80	314.90	315.30	315.60
15% Cl ⁻	-381.6	-381.5	-381.4	-381.3	-381.2	381.40	381.45	381.50	381.55	381.60



ตารางภาคผนวกที่ ก26 ค่าศักย์ไฟฟ้าการเกิดสนิมและกระแสไฟฟ้าการเกิดสนิมของแผ่นคาน
คอนกรีตเสริมเหล็ก กรณีวัดค่าตรงบริเวณตรงกลางของเหล็กเสริม

ใช้กระแสไฟฟ้าเร่งการเกิดสนิมของเหล็กเสริมที่อายุ 6 สัปดาห์										
จำนวนครั้ง เงื่อนไข	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 4		ครั้งที่ 5	
	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A	mV	μ A
Control	-452.0	452.20	-451.6	452.40	-451.3	452.50	-451.1	452.60	-451.0	452.70
5% Cl ⁻	-295.8	295.70	-295.6	295.80	-295.4	295.85	-295.1	295.90	-295.0	295.95
10% Cl ⁻	-316.0	315.50	-315.8	315.90	-315.4	316.00	-315.2	316.20	-315.0	316.60
15% Cl ⁻	-402.6	401.70	-402.4	402.70	-402.1	403.00	-402.0	403.10	-402.0	403.20
	ศักย์ไฟฟ้าของการเกิดสนิม (mV)					กระแสไฟฟ้าของการเกิดสนิม (μ V)				
Control	-452.0	-451.6	-451.3	-451.1	-451.0	452.20	452.40	452.50	452.60	452.70
5% Cl ⁻	-295.8	-295.6	-295.4	-295.1	-295.0	295.70	295.80	295.85	295.90	295.95
10% Cl ⁻	-316.0	-315.8	-315.4	-315.2	-315.0	315.50	315.90	316.00	316.20	316.60
15% Cl ⁻	-402.6	-402.4	-402.1	-402.0	-402.0	401.70	402.70	403.00	403.10	403.20

ภาคผนวก ข

คุณสมบัติและการตั้งค่าอุปกรณ์

ภาคผนวก ข

คุณสมบัติและการตั้งค่าอุปกรณ์

ข.1 การตั้งค่าการสื่อสารในส่วนของโปรแกรมเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับจอสั่งการ

การตั้งค่าการสื่อสารระหว่าง Touch Screen (NS-Series) กับออมนรอน PLC (Omron)

การตั้งค่าการสื่อสารในส่วนของพีแอลซี

ขั้นตอนในการตั้งค่าการสื่อสารของตัวพีแอลซีนั้นจะมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

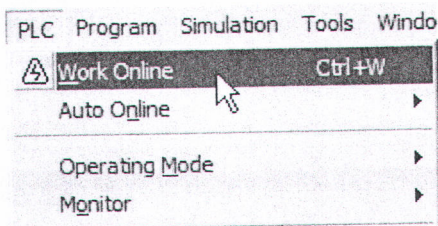
ทำการสร้าง New Project ขึ้นมาใหม่ โดยเข้าไปที่เมนู “File > New” จะปรากฏหน้าต่าง “Change PLC”

ขึ้นมามีดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 หน้าต่าง Change PLC

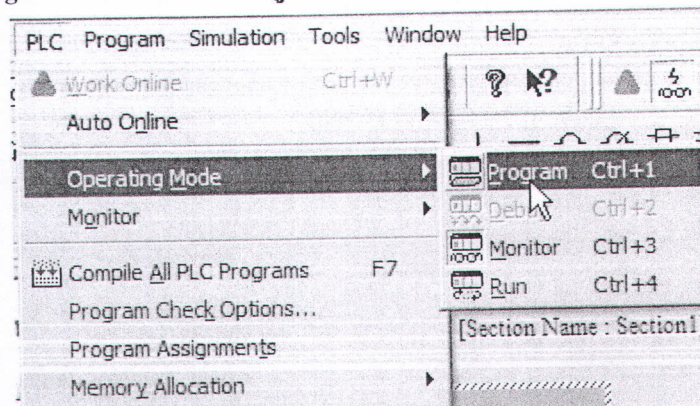
จากรูปที่ 1 ให้เลือกรุ่นของพีแอลซีในส่วนของ “Device Type” ให้ตรงกับพีแอลซีที่ทางผู้ใช้งานใช้จริง ในที่นี้ผู้เขียนจะเลือกเป็นรุ่น CQM1H-CPU21 ส่วนการตั้งค่า “Network Type” นั้นจะขึ้นอยู่กับการเชื่อมต่อสายสัญญาณระหว่างตัวคอมพิวเตอร์กับพอร์ตสื่อสารของตัวพีแอลซี . โดยหากเชื่อมต่อสายสัญญาณเข้ากับ Port RS-232C (DB9 PIN) บนตัวของซีพียูให้เลือก “Network Type” เป็น “SYSMAC WAY” แต่หากเชื่อมต่อสายสัญญาณเข้ากับ “Peripheral Port” ให้เลือก “Network Type” เป็น “Tool Bus” เมื่อตั้งค่าเรียบร้อยแล้วก็ให้คลิกเลือก “OK”

หลังจากที่ได้โปรเจ็กต์ใหม่มาแล้วให้ทำการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้ากับตัวพีแอลซีโดยเข้าไปที่เมนูพีแอลซีแล้วเลือก “Work Online” ดังรูปที่ 2



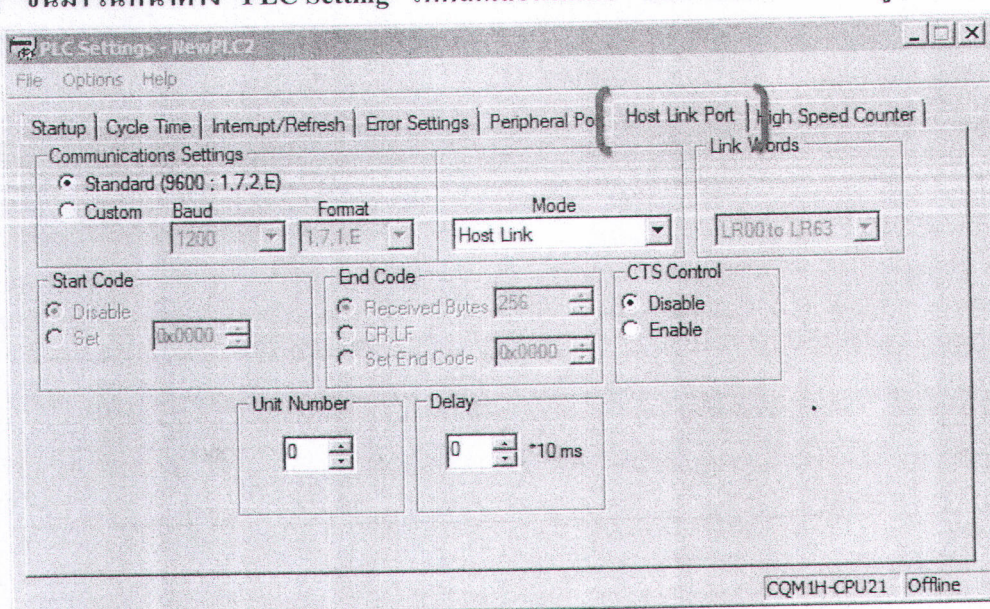
รูปที่ 2 การเชื่อมต่อ CX-Programmer เข้ากับตัวพีแอลซี (Work Online)

เมื่อได้ทำการเชื่อมต่อ “CX-Programmer” เข้ากับตัวพีแอลซีได้แล้วก็ให้เปลี่ยนโหมดการทำงานของตัวพีแอลซีไปที่ “Program” โดยเลือกไปที่เมนู “PLC > Operation Mode> Program” ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 การเปลี่ยนโหมดการทำงานของตัวพีแอลซี

จากนั้นเปิดหน้าต่าง “PLC Setting” โดยเข้าไปที่เมนู PLC> Edit > Setting จะปรากฏหน้าต่าง “PLC Setting” ขึ้นมา ในหน้าต่าง “PLC Setting” ให้คลิกเลือกที่แท็บ “Host Link Port” ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 หน้าต่าง PLC Setting สำหรับพีแอลซีรุ่น CQM1H-CPU21

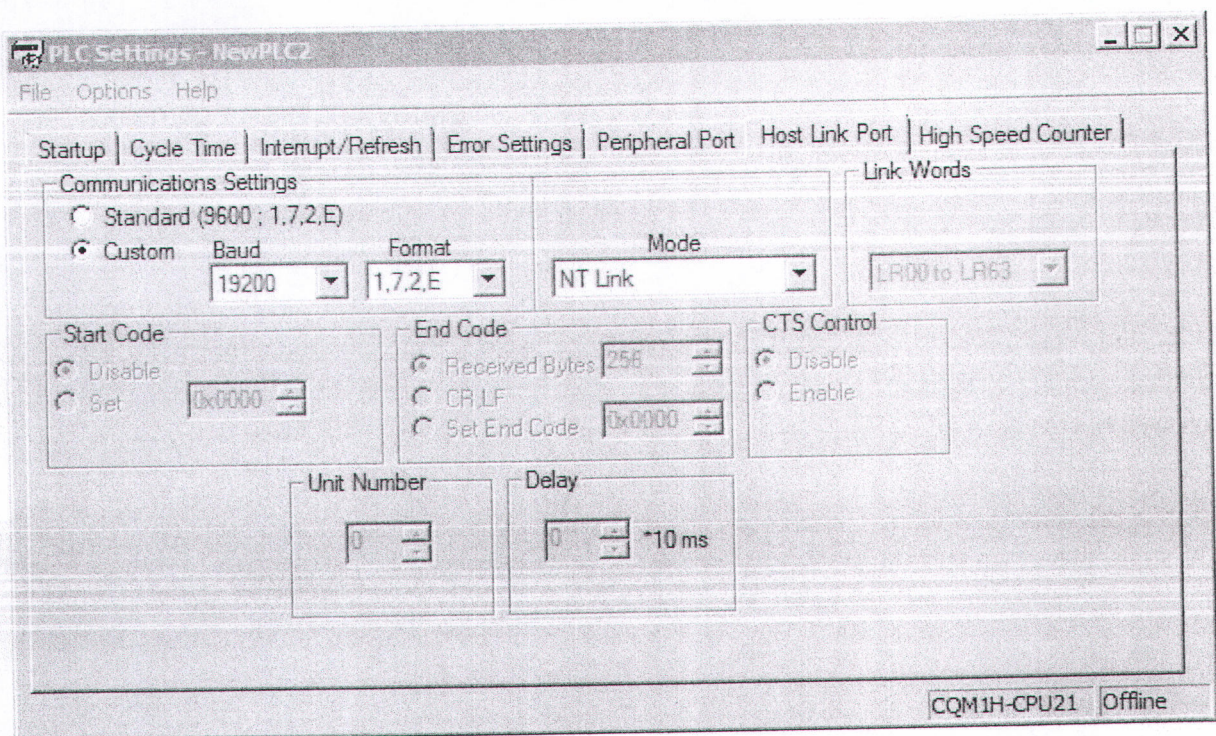
โดยโหมดการตั้งค่าการสื่อสารสำหรับ Touch Screen กับ PLC นั้นจะมีด้วยกันหลายโหมดดังนี้

- Host Link : เป็นโหมดการสื่อสารที่มีความเร็วให้เลือก 2 ความเร็วคือ 9600bps และ 19200 bps สามารถที่จะเชื่อมต่อTouch Screen ได้แค่ 1 ตัวต่อ 1 PLC

- NT Link (หรือ NT Link 1:1) : โดยความเร็วในการรับส่งจะอยู่ที่ 115200 bps สามารถที่จะเชื่อมต่อ Touch Screen ได้แค่ 1 ตัวต่อ 1 PLC

- NT Link 1: N : เป็นโหมดการสื่อสารที่มีความเร็วให้เลือก 2 ความเร็วคือ 38400bps และ 11520 bps สามารถที่จะเชื่อมต่อTouch Screen ได้ 8 ตัวต่อ 1 PLC

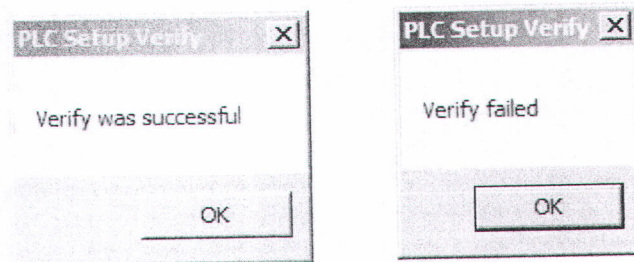
ซึ่งสำหรับ CQM1H จะมีให้เลือกแค่ Host Link กับ NT Link เท่านั้น แต่สำหรับพีแอลซีรุ่นใหม่เช่น CS1/CJ1 จะมีโหมดให้เลือกเป็น Host Link กับ NT Link 1: N สำหรับผู้เขียนเองจะเลือกโหมดเป็น Host Link เนื่องจากผู้เขียนเลือกรุ่นพีแอลซีเป็น CQM1H ส่วน “Communication Setting” ทางผู้เขียนจะเลือก Baud Rate เป็น 19200 และในส่วนของ Format ต้องเลือกเป็น 1, 7, 2, E เท่านั้น (เนื่องจากที่ตัวของ Touch Screen ถูกตั้งค่าตายตัวไว้แล้วที่ 1, 7, 2, E) ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 การตั้งค่าโหมดการสื่อสาร และความเร็วในการรับส่งข้อมูลร่วมกับ Touch Screen สำหรับพีแอลซีรุ่น CQM1H

จากนั้นเมื่อตั้งค่าเรียบร้อยแล้วให้เข้าไปที่เมนู “Option” ในหน้าต่าง “PLC Setting” แล้วเลือก “Transfer to PLC” เนื่องจากขณะ Transfer จะไม่มีหน้าต่างแสดงสถานะการ Transfer จะ

สังเกตเห็นแค่เม้าท์เป็นรูปนาฬิกาทราย หากต้องการยืนยันว่าการ Transfer เสร็จสมบูรณ์สามารถตรวจสอบได้โดยเข้าไปที่เมนู “Option” แล้วเลือก “Verify” หากการ Transfer เสร็จสมบูรณ์จะขึ้นหน้าต่างดังรูปที่ 6 แต่หากการ Transfer ไม่สมบูรณ์จะขึ้นหน้าต่างดังรูปที่ 7

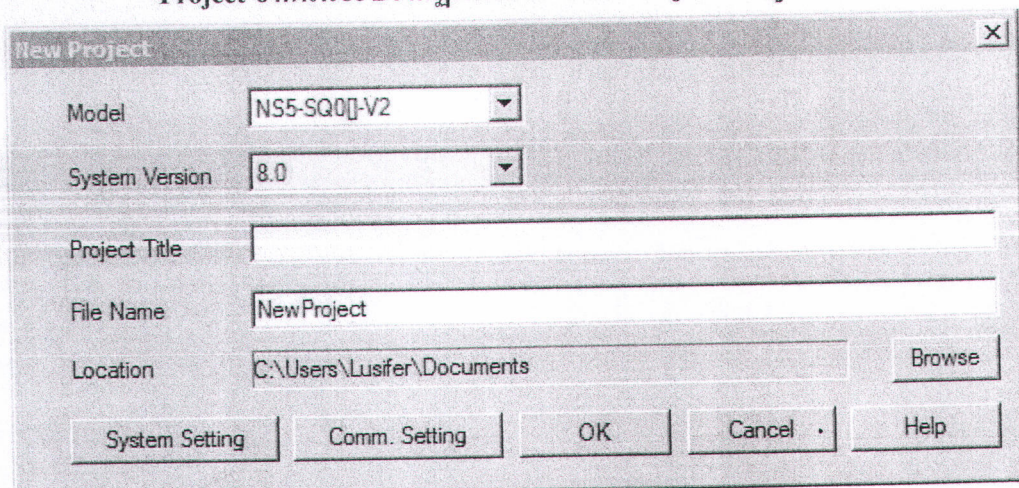


รูปที่ 6 “Verify” เสร็จสมบูรณ์ รูปที่ 7 “Verify” ไม่สมบูรณ์

เมื่อ Verify เสร็จสมบูรณ์แล้วให้หยุดการเชื่อมต่อระหว่างพีแอลซีและ Computer โดยเข้าไปที่เมนู “PLC > Work Online” จากนั้นปิดแหล่งจ่ายไฟฟ้ของตัวพีแอลซีแล้วตั้งค่า Dip SW ขา 5 ไปยังตำแหน่ง OFF แล้วเปิดใหม่ เนื่องจากค่าต่างๆ ที่ตั้งค่าผ่านทางหน้าต่าง PLC Setting จะมีผลก็ต่อเมื่อปิดแหล่งจ่ายของตัวพีแอลซีแล้วเปิดใหม่

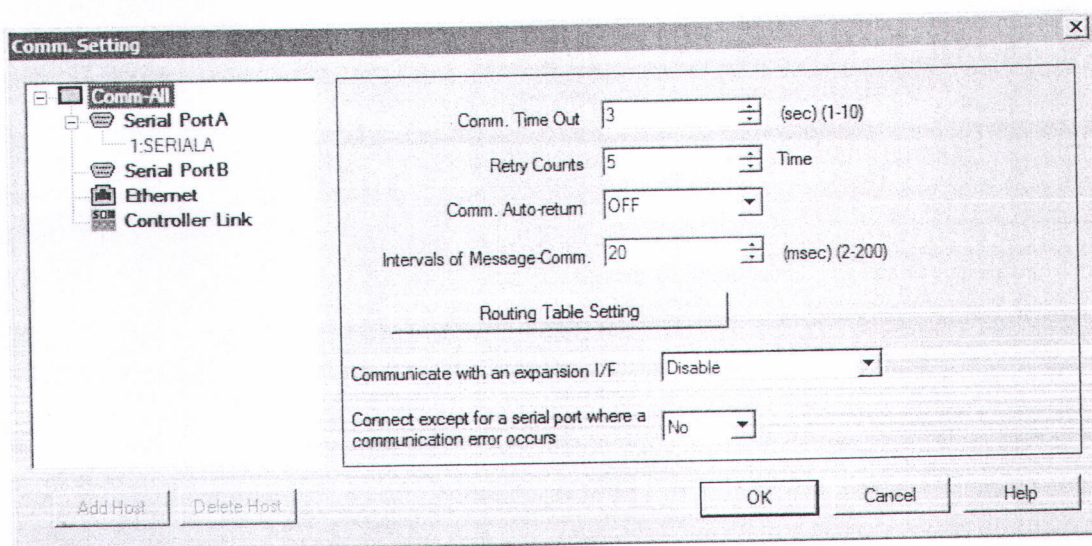
การตั้งค่าการสื่อสารในส่วนของหน้าจอ Touch Screen

ทำการเปิดโปรแกรม CX-Designer ขึ้นมา จากนั้นสร้าง “New Project” โดยเข้าไปที่เมนู File New Project จากนั้นจะปรากฏหน้าต่าง “New Project” ดังรูปที่ 8



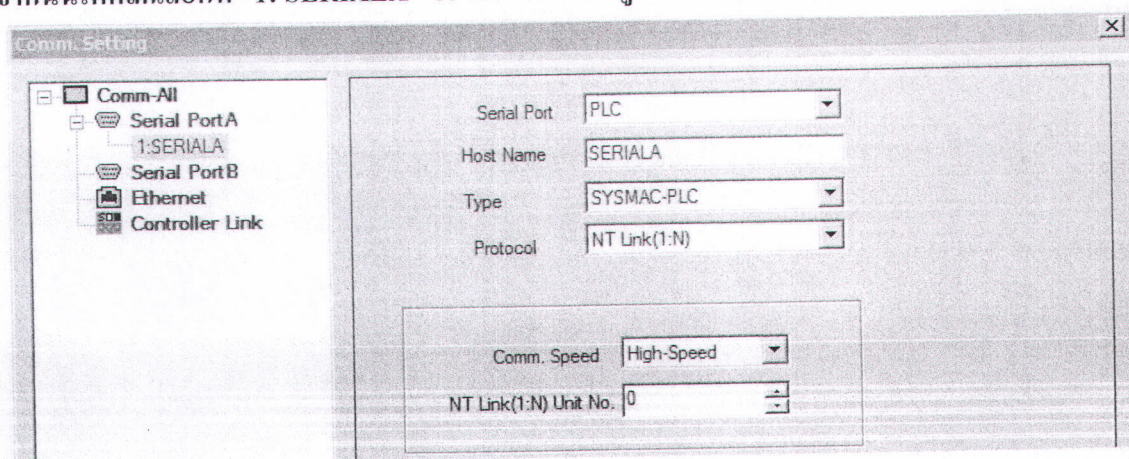
รูปที่ 8 หน้าต่าง “New Project” สำหรับหน้าจอ Touch Screen

จากนั้นให้เลือก “Model” และ “System Version” ให้ตรงกับรุ่นที่ผู้ใช้งานต้องการโดยในที่นี้ผู้เขียนจะเลือกเป็นรุ่น NS5-SQ0 []-V2 ส่วน “System Version” เป็น Version 8 จากนั้นคลิกเลือกที่ปุ่ม “Comm. Setting” จะปรากฏหน้าต่าง “Comm. Setting” ขึ้นมาดังรูปที่ 9



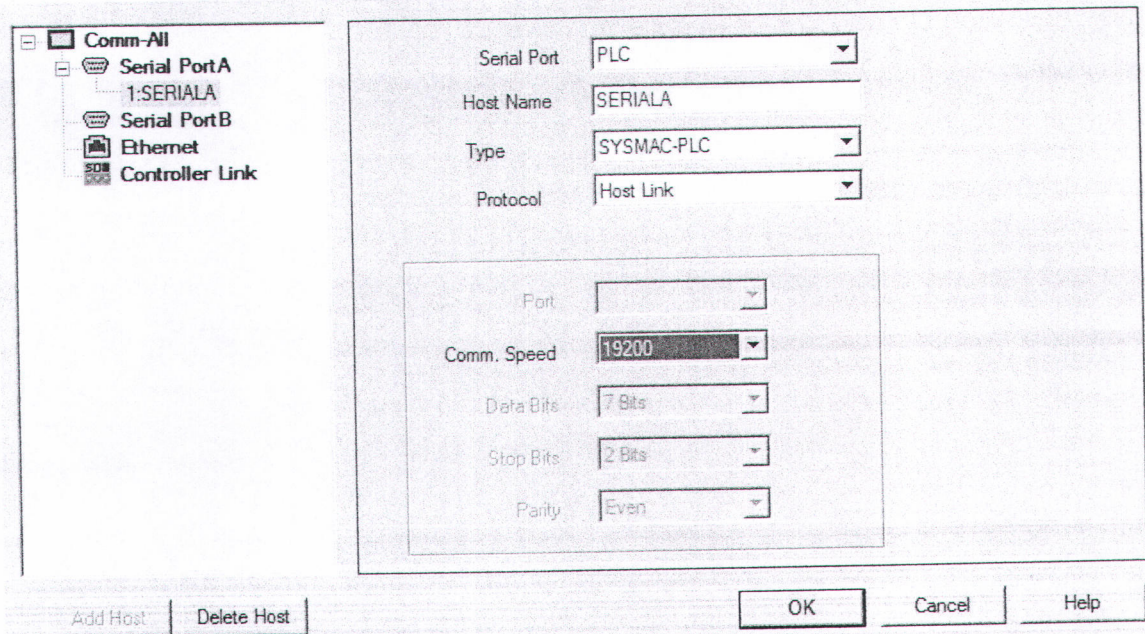
รูปที่ 9 หน้าต่าง “Comm. Setting”

จากนั้นให้คลิกเลือกที่ “1: SERIALA” จะได้หน้าต่างดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 หน้าต่างเมื่อคลิกเลือก “1: SERIALA”

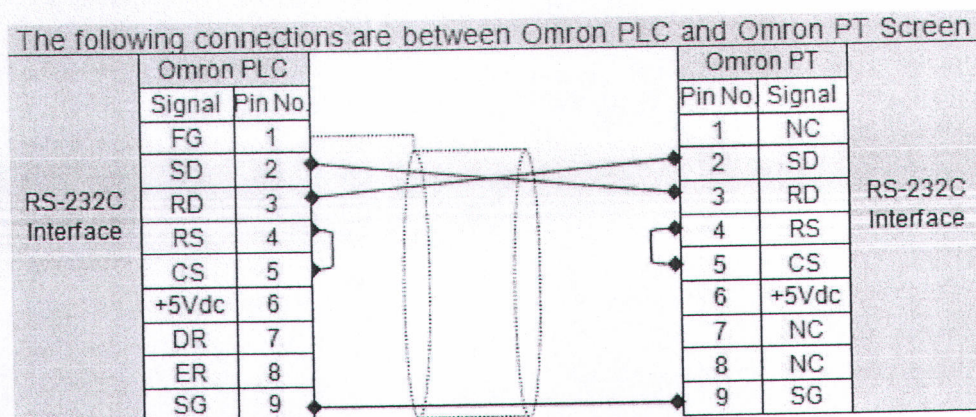
ตรงช่อง Serial Port ให้กำหนดเป็น “PLC” ส่วน “TYPE” เลือกเป็น SYSMAC-PLC ส่วนสำคัญของหน้าต่างนี้จะอยู่ที่ ช่อง Protocol และ Comm. Speed โดยหลักคือต้องกำหนด “Protocol” ให้ตรงกับ “Mode” และกำหนด “Comm. Speed” ให้ตรงกับ Baud Rate ในหน้าต่าง “PLC Setting” ที่ได้ทำการกำหนดค่าไว้ก่อนหน้านี้ ซึ่งในที่นี้ผู้เขียนต้องกำหนด protocol เป็น Host Link และ Comm. Speed เป็น 19200 ดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 การกำหนดค่า Protocol เป็น Host Link และ Comm. Speed เป็น 19200

เมื่อตั้งค่าได้แล้วให้คลิกปุ่ม “OK”

หลังจากนั้นก็ทำการ Transfer ค่า Setting ดังกล่าวไปยังตัว Touch Screen โดยเข้าไปที่เมนู “PT>Transfer > Setting” จากนั้นทำการเชื่อมต่อสายสัญญาณระหว่าง PLC และ หน้าจอ Touch Screen โดยในส่วนของ Touch Screen ให้เชื่อมต่อสายเข้ากับ SERIES A โดยสายสัญญาณเชื่อมต่อระหว่าง PLC และ หน้าจอ Touch Screen จะเป็นไปตามรูปที่ 12

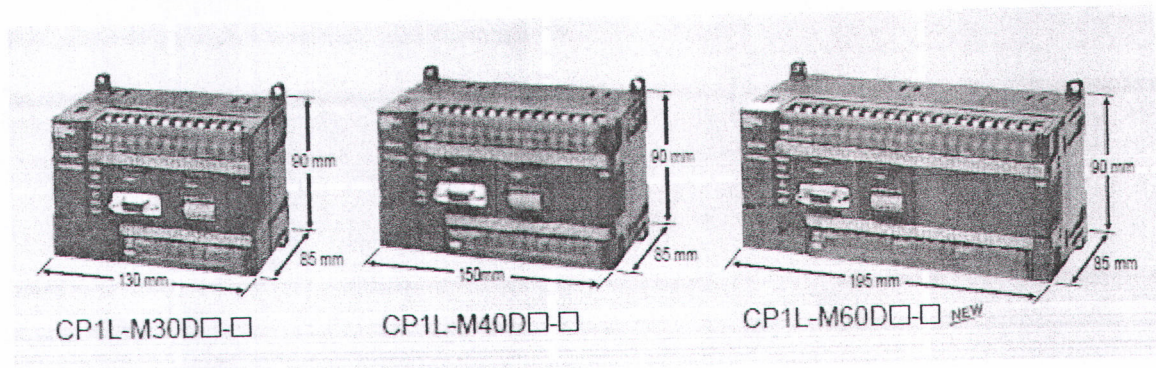


รูปที่ 12 การเดินสายสัญญาณระหว่าง Omron PLC กับ Omron Touch Screen

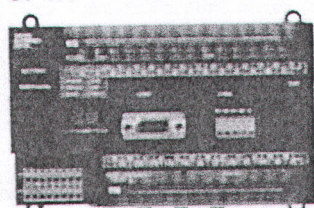
หากทำการเชื่อมต่อได้จะปรากฏ Screen Data หน้าแรกที่ใช้สร้างไว้บนหน้าจอของตัว Touch Screen แต่หากเชื่อมต่อไม่ได้จะขึ้นข้อความ “Connecting...” ตรงมุมขวาด้านล่างของหน้าจอ Touch Screen

ข. 13 อุปกรณ์ควบคุม

ข 13.1 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์



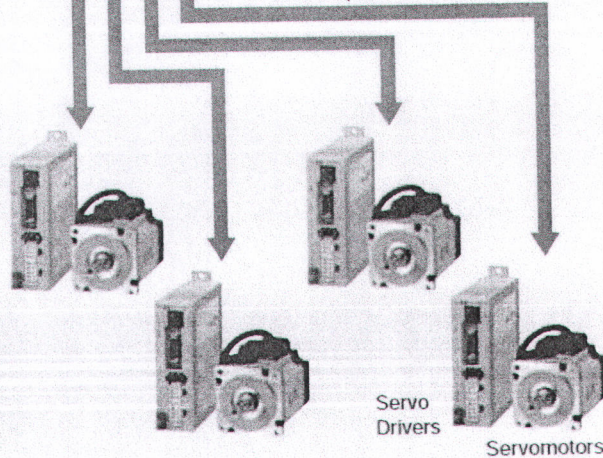
CP1H



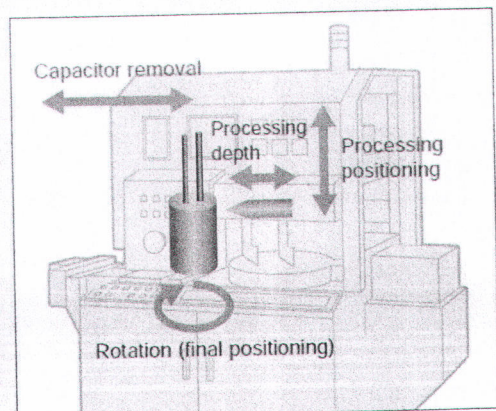
● ฟังก์ชันพัลส์เอาต์พุต

การควบคุมที่ละเอียดและยืดหยุ่นกว่าสำหรับการผลิตสินค้าที่มีความซับซ้อน
พัลส์เอาต์พุตความเร็วสูง สามารถตอบสนองการควบคุมระบบเซอร์โวมอเตอร์ได้

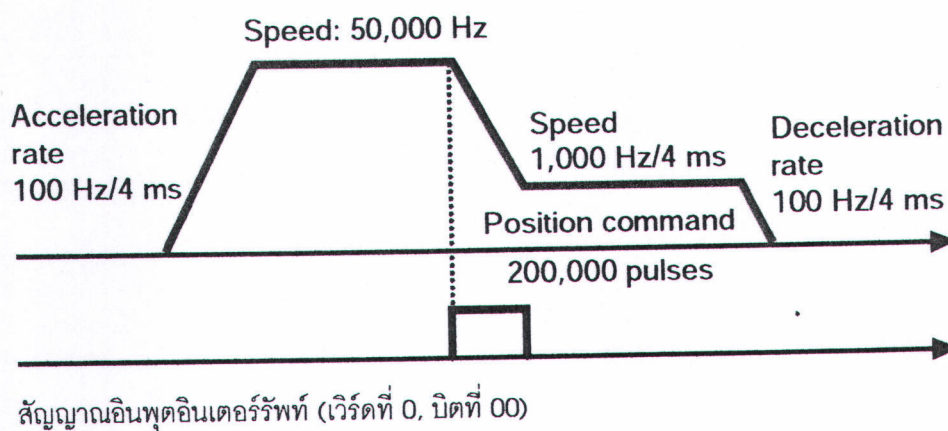
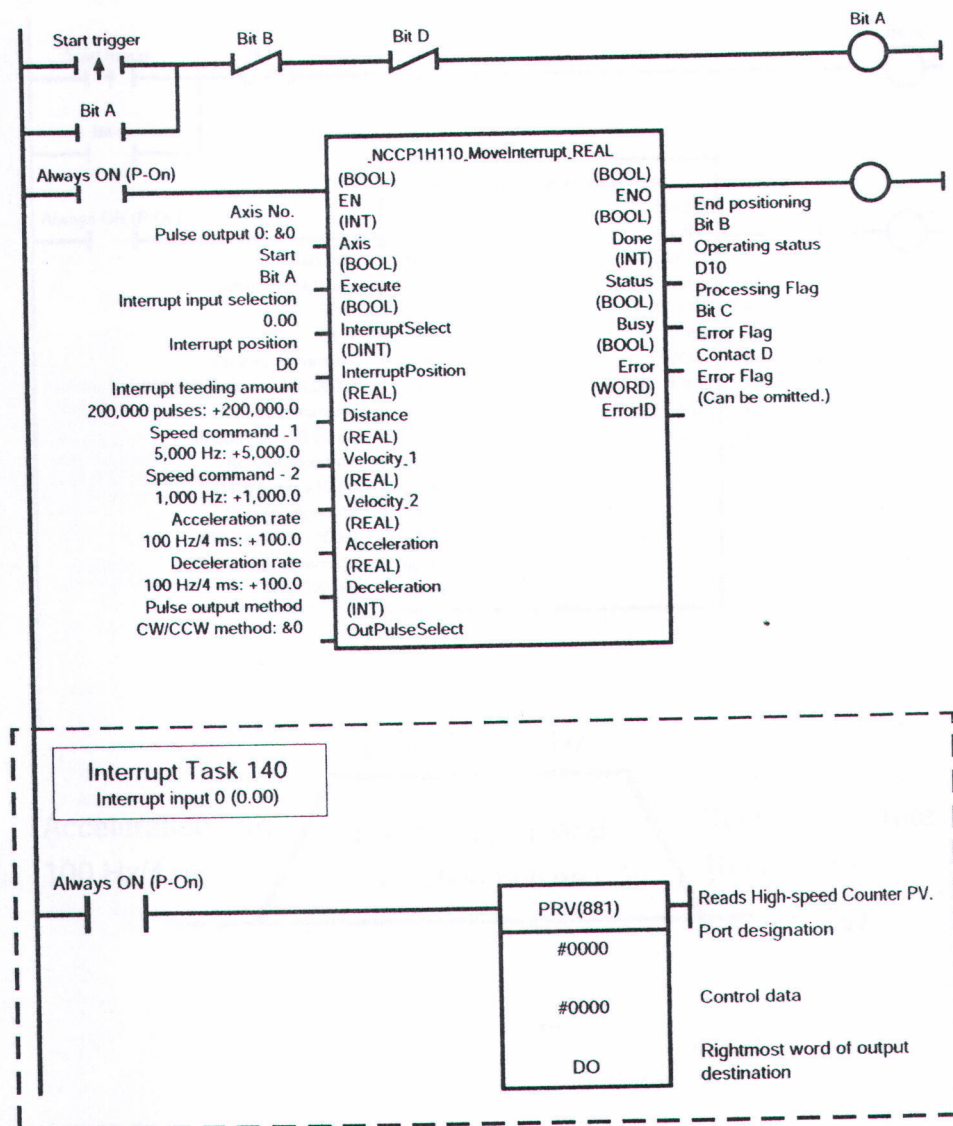
Pulse outputs



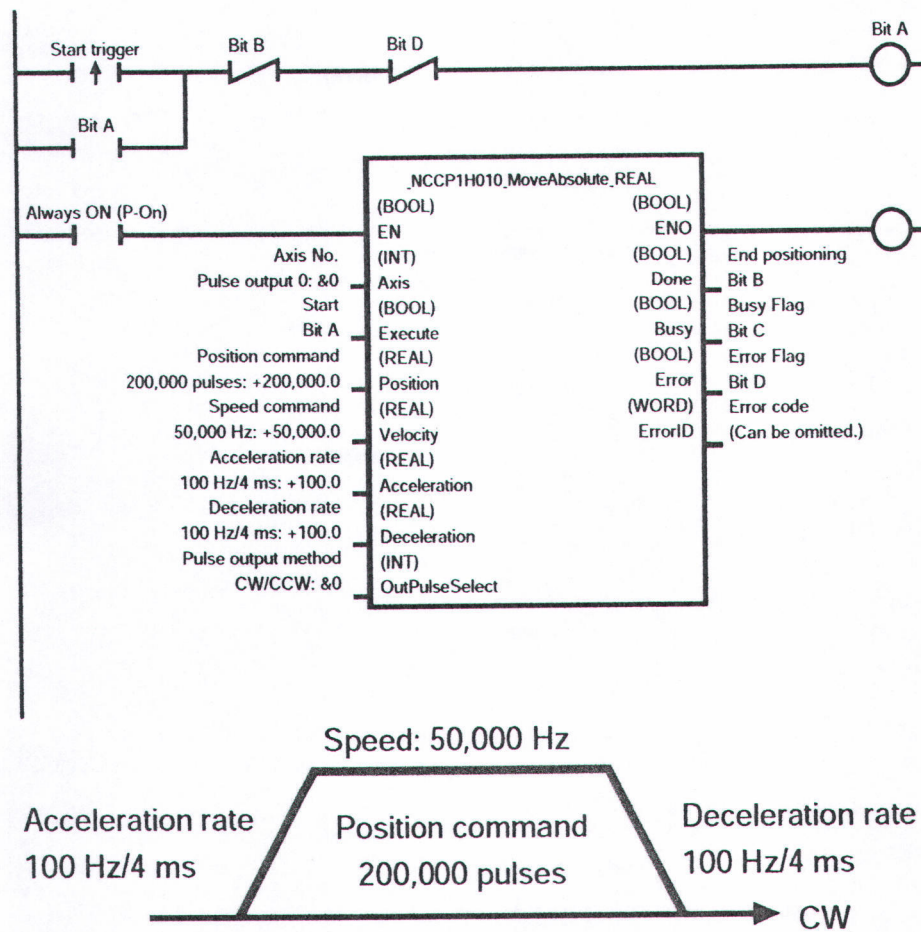
● ตัวอย่าง: การควบคุม 4 แกนในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์



● การใช้งาน FB สำหรับงาน Interrupt Feeding

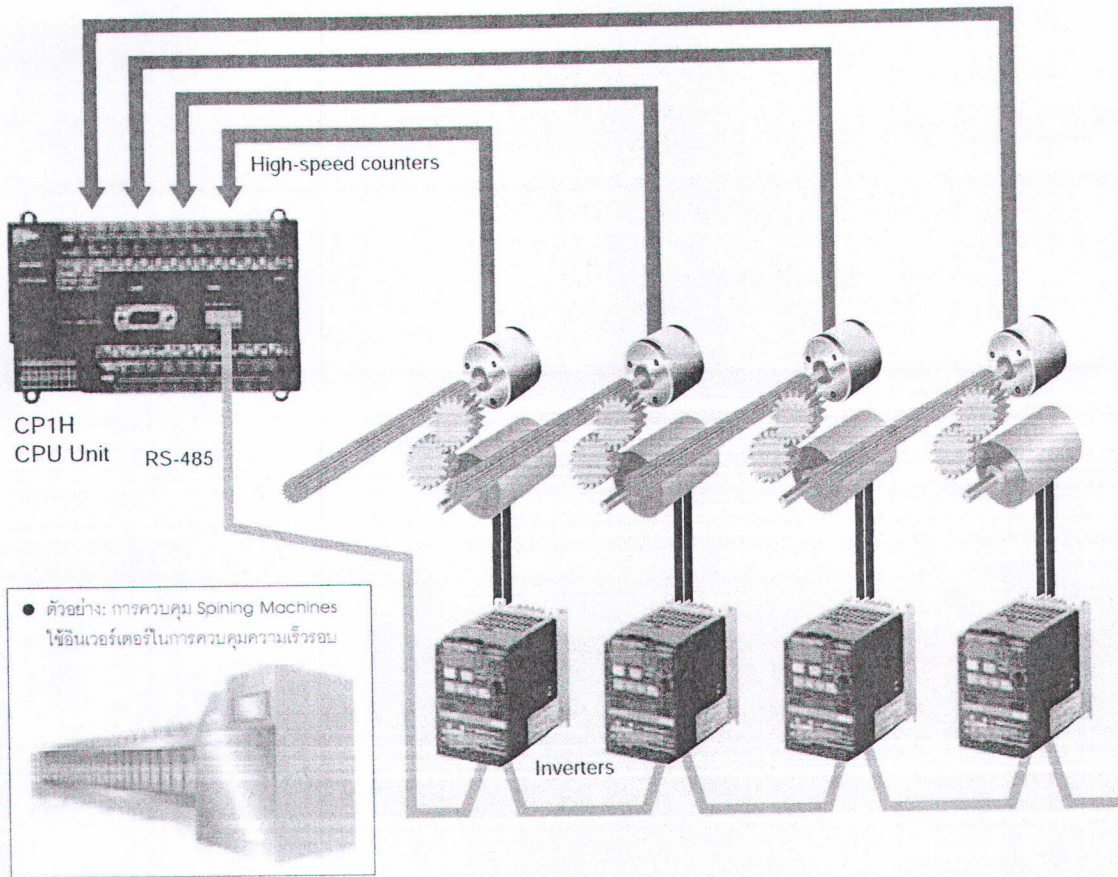


● ตัวอย่าง: การใช้งาน FB สำหรับงานควบคุมตำแหน่ง



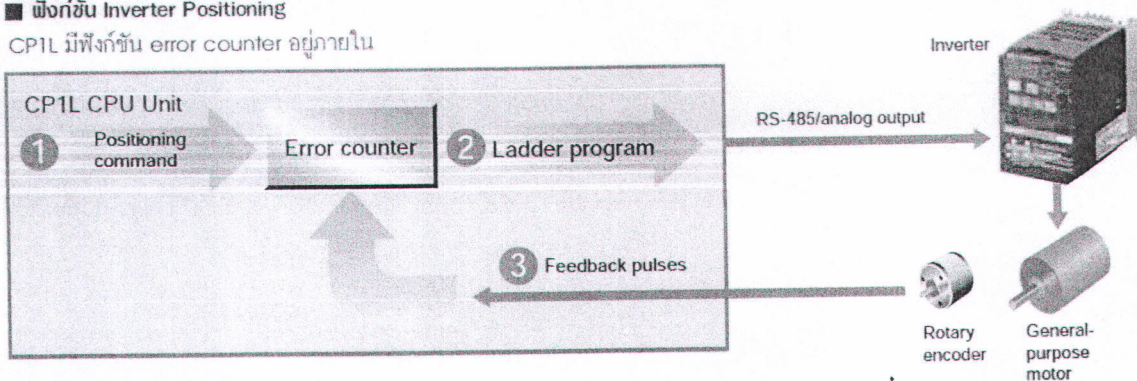
● ฟังก์ชันเคาน์เตอร์ 4 แกน (Single-phase หรือ Differential Phases)

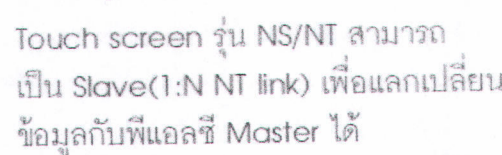
ข้อมูลจากเคาน์เตอร์อินพุตถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการควบคุมตำแหน่ง โดยใช้อินเวอร์เตอร์ได้ เช่น ในงานควบคุม Spindle ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ



■ ฟังก์ชัน Inverter Positioning

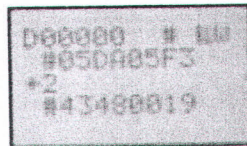
CP1L มีฟังก์ชัน error counter อยู่ภายใน





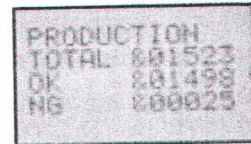
แสดงผลและตั้งค่าข้อมูล

แสดงผลและแก้ไขข้อมูลในหน่วยความจำต่างๆ ของ PLC ได้ โดยไม่ต้องต่อคอมพิวเตอร์ ทำให้การปรับแต่ง สามารถทำได้ง่ายและรวดเร็ว เช่น ค่าไทม์เมอร์



แสดงข้อความ

สามารถแสดงข้อความที่เป็นตัวอักษรยาวถึง 48 ตัวต่อหนึ่งข้อความ ทำให้สามารถแสดงผลรายงานการผลิตหรือการสื่อสารอื่นๆ กับผู้ใช้งาน โดยไม่จำเป็นต้องใช้จอสีสำหรับงานที่มีขนาดเล็กๆ



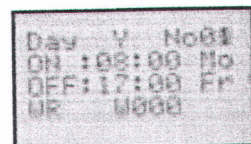
แสดงสถานะข้อผิดพลาด

แถบแบคโลจจะเปลี่ยนเป็นสีแดงทันทีที่เกิด Error ขึ้นกับ PLC พร้อมทั้งแสดงสถานะของ Error พร้อมรายละเอียดต่างๆ เช่น วันเวลาและสาเหตุ



สมาร์ทไทม์เมอร์

เป็นฟังก์ชันเสริมที่จะช่วยให้ PLC ของคุณกลายเป็น Daily Timer, Weekly Timer โดยไม่ต้องเขียนโปรแกรมแลดเดอร์ สามารถตั้งได้ 16 Step



● Structured Text Commands (Keywords)

TRUE, FALSE.

IF, THEN, ELSE, ELSIF, END_IF.

DO, WHILE, END_WHILE.

REPEAT, UNTIL, END_REPEAT.

FOR, TO, BY, DO, END_FOR.

CASE, OF, END_CASE.

EXIT, RETURN.

● Operators

Addition (+), Subtraction (-), Multiplication (*), Division (/)

Parenthesis (brackets), Array Indexing (square brackets [])

Assignment Operator (:=), Less Than Comparison Operator (<),

Less Than or Equal To Comparison Operator (<=),

Greater Than Comparison Operator (>),

Greater Than or Equal To Comparison Operator (>=),

Equals Comparison Operator (=),

Is Not Equal To Comparison Operator (<>),

Bitwise AND (AND or &), Bitwise OR (OR), Exclusive OR (XOR),

NOT (NOT), Exponentiation (**)

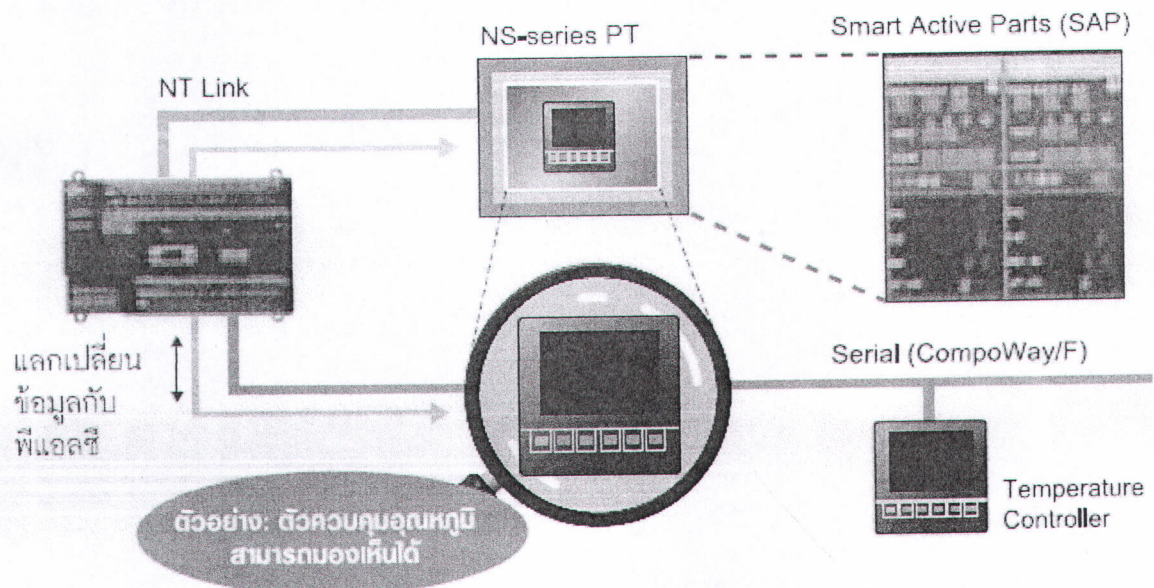
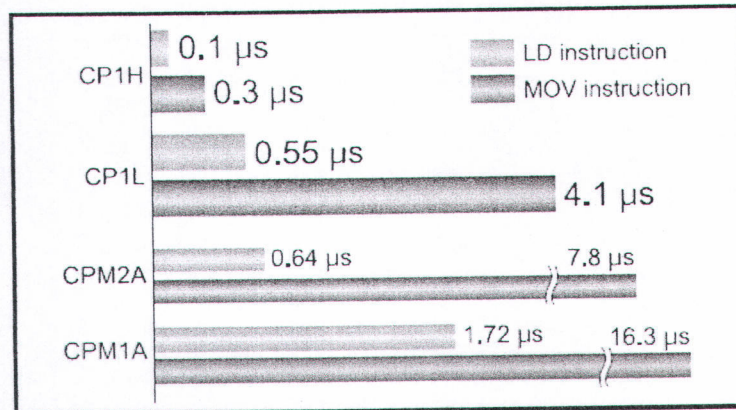
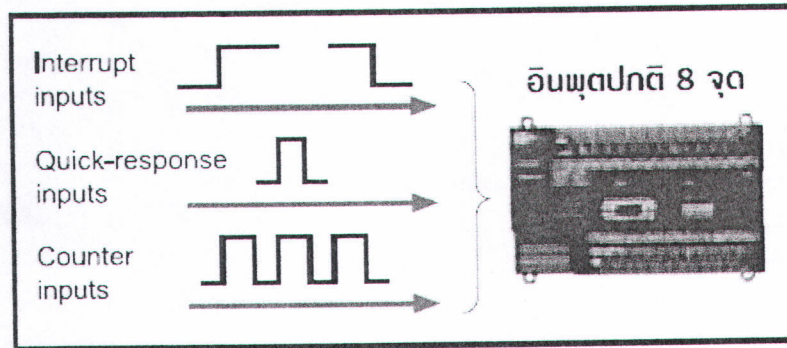
● Numerical Functions

ABS, SQRT, SQRT, LN, LOG, EXP, SIN, COS, TAN, ASIN, ACOS,

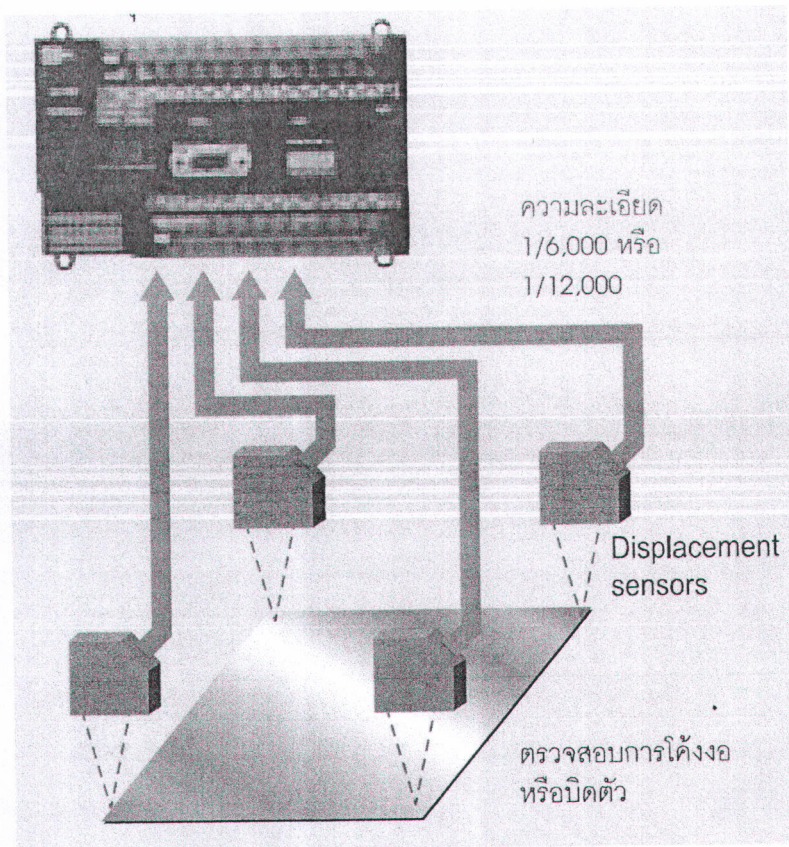
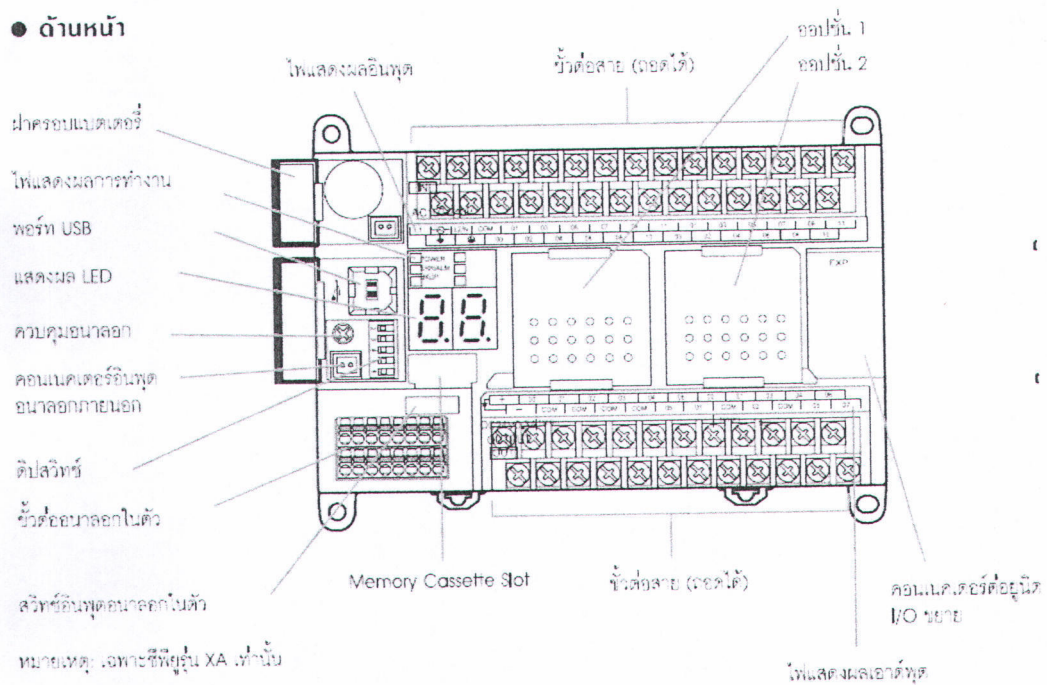
ATAN, EXPT

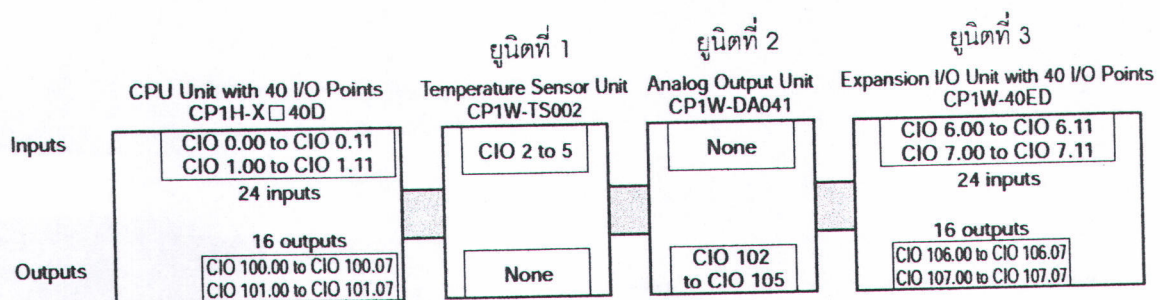
● Arithmetic Functions

Exponentiation (EXPT)



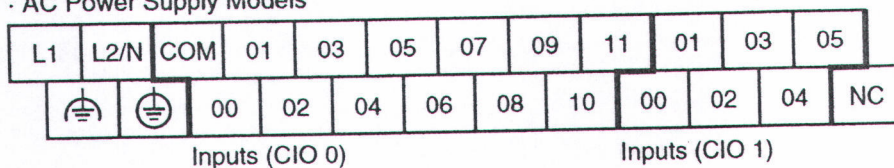
● ด้านหน้า



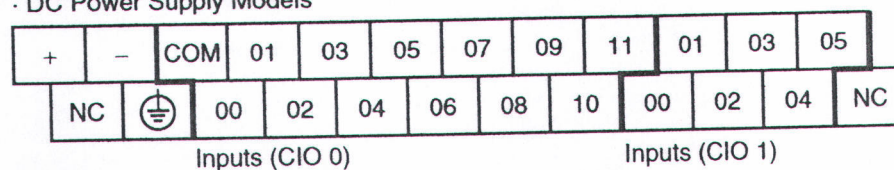


● CP1L (30 จุด)

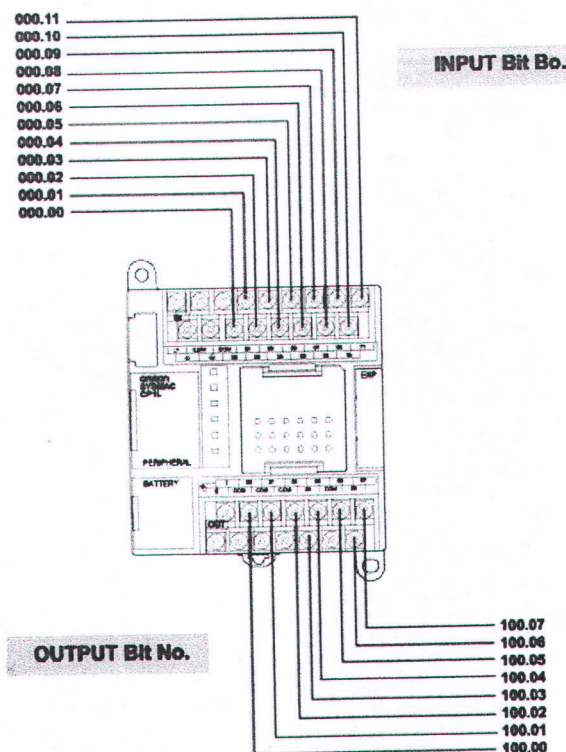
· AC Power Supply Models



· DC Power Supply Models



ข 13.2 ระบุตำแหน่งของอุปกรณ์ควบคุม



ข 13.3 ระบุตำแหน่งของอุปกรณ์ควบคุม

รุ่น	CP1L-L20		CP1L-M30		CP1L-M40		ชื่อรุ่น Expansion
จำนวน I/O บนตัว CPU	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	-
	12 Points 000.00	8 Points 100.00	18 Points 000.00	12 Points 100.00	24 Points 000.00	16 Points 100.00	
	- 000.11	- 100.11	- 000.11	- 100.07	- 000.11	- 100.07	
			001.00 - 001.05	101.00 - 101.03	001.00 - 001.11	101.00 - 101.07	
Expansion I/O Unit ตัวที่ 1	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	CP1W-20EDR1 CPM1A-20EDT1
	12 Points 002.00 - 002.11	8 Points 102.00 - 102.07	12 Points 002.00 - 002.11	8 Points 102.00 - 102.07	12 Points 002.00 - 002.11	8 Points 102.00 - 102.07	
Expansion I/O Unit ตัวที่ 2	ไม่สามารถต่อได้		IN	OUT	IN	OUT	CP1W-20EDR1 CPM1A-20EDT1
			12 Points 003.00 - 003.11	8 Points 103.00 - 103.07	12 Points 003.00 - 003.11	8 Points 103.00 - 103.07	
Expansion I/O Unit ตัวที่ 3	ไม่สามารถต่อได้		IN	OUT	IN	OUT	CP1W-20EDR1 CPM1A-20EDT1
			12 Points 004.00 - 004.11	8 Points 104.00 - 104.07	12 Points 004.00 - 004.11	8 Points 104.00 - 104.07	

ภาคผนวก ค

ภาพงานวิจัย





ภาพที่ ค1 เครื่องมือวัดค่าโพลาไลต์เซชัน

