

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางแสดงการวัดความสามารถในการทดสอบความแม่นยำ และเที่ยงตรง
(Gage Repeatability and Reproducibility หรือ GR&R) ของเครื่องทดสอบเฮชจีเอ

การทดสอบความแม่นยำ และเที่ยงตรง แบบแอทริบิว (Attribute)

[illegible]

Within Appraisers

Assessment Agreement

Appraiser	# Inspected	# Matched	Percent	95 % CI
1	100	99	99.00	(94.55, 99.97)
2	100	99	99.00	(94.55, 99.97)
3	100	99	99.00	(94.55, 99.97)

Matched: Appraiser agrees with him/herself across trials.

Fleiss' Kappa Statistics

Appraiser	Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
1	Fail	0.986666	0.0577350	17.0896	0.0000
	Pass	0.986666	0.0577350	17.0896	0.0000
2	Fail	0.986666	0.0577350	17.0896	0.0000
	Pass	0.986666	0.0577350	17.0896	0.0000
3	Fail	0.986666	0.0577350	17.0896	0.0000
	Pass	0.986666	0.0577350	17.0896	0.0000

Each Appraiser vs Standard

Assessment Agreement

Appraiser	# Inspected	# Matched	Percent	95 % CI
1	100	99	99.00	(94.55, 99.97)
2	100	99	99.00	(94.55, 99.97)
3	100	99	99.00	(94.55, 99.97)

Matched: Appraiser's assessment across trials agrees with the known standard.

Assessment Disagreement

Appraiser	# Pass /		# Fail /		# Mixed	Percent
	Fail	Percent	Pass	Percent		
1	0	0.00	0	0.00	1	1.00
2	0	0.00	0	0.00	1	1.00
3	0	0.00	0	0.00	1	1.00

Pass / Fail: Assessments across trials = Pass / standard = Fail.

Fail / Pass: Assessments across trials = Fail / standard = Pass.

Mixed: Assessments across trials are not identical.

Fleiss' Kappa Statistics

Appraiser	Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
1	Fail	0.993333	0.0577350	17.2050	0.0000
	Pass	0.993333	0.0577350	17.2050	0.0000
2	Fail	0.993333	0.0577350	17.2050	0.0000
	Pass	0.993333	0.0577350	17.2050	0.0000
3	Fail	0.993333	0.0577350	17.2050	0.0000
	Pass	0.993333	0.0577350	17.2050	0.0000

All Appraisers vs Standard

Assessment Agreement

# Inspected	# Matched	Percent	95 % CI
100	99	99.00	(94.55, 99.97)

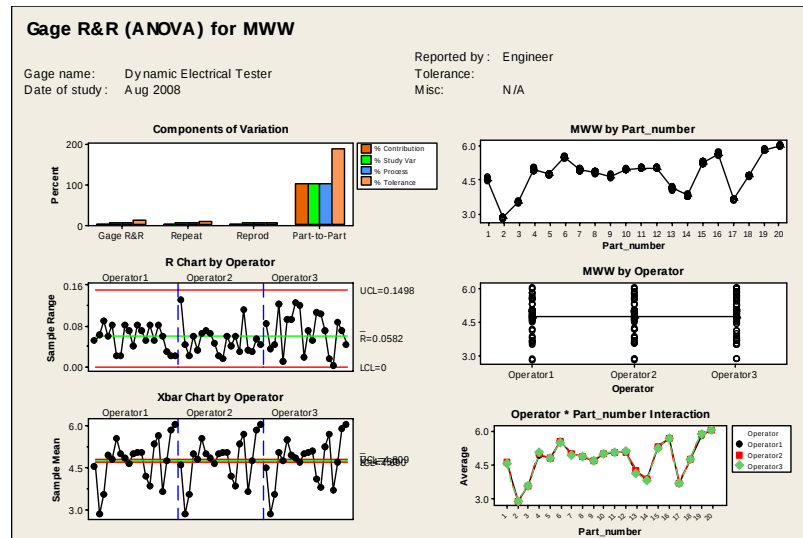
Matched: All appraisers' assessments agree with the known standard.

Fleiss' Kappa Statistics

Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
Fail	0.993333	0.0333333	29.8000	0.0000
Pass	0.993333	0.0333333	29.8000	0.0000

ภาพที่ ก-1

การทดสอบความแม่นยำและเที่ยงตรง แบบแอทริบิว



Two-Way ANOVA Table With Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
Part_number	19	112.833	5.93857	2760.67	0.000
Operator	2	0.005	0.00247	1.15	0.329
Part_number * Operator	38	0.082	0.00215	1.79	0.009
Repeatability	120	0.144	0.00120		
Total	179	113.063			

Alpha to remove interaction term = 0.25

Gage R&R

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0.001522	0.23
Repeatability	0.001200	0.18
Reproducibility	0.000322	0.05
Operator	0.000005	0.00
Operator*Part_number	0.000317	0.05
Part-To-Part	0.659602	99.77
Total Variation	0.661124	100.00

Process tolerance = 2.6

Historical standard deviation = 0.815

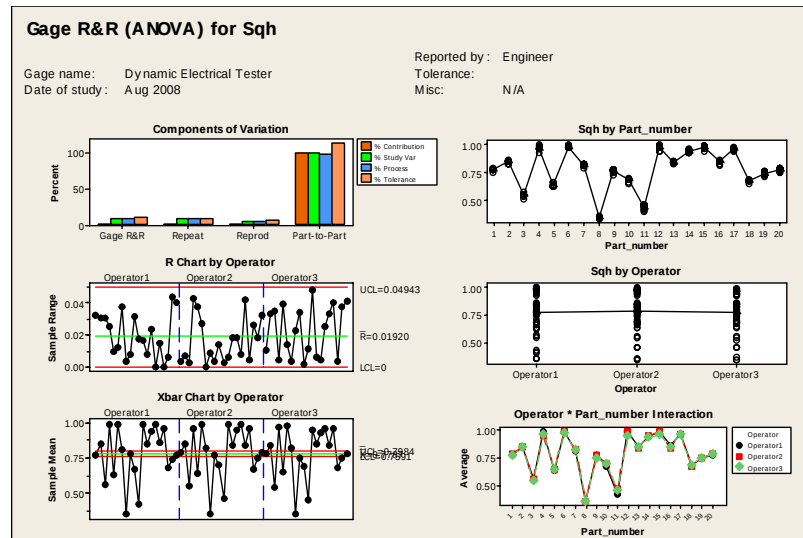
Source	StdDev (SD)	Study Var (6 * SD)	%Study Var (%SV)	%Tolerance (SV/Toler)
Total Gage R&R	0.039013	0.23408	4.80	9.00
Repeatability	0.034635	0.20781	4.26	7.99
Reproducibility	0.017956	0.10774	2.21	4.14
Operator	0.002290	0.01374	0.28	0.53
Operator*Part_number	0.017810	0.10686	2.19	4.11
Part-To-Part	0.812159	4.87295	99.88	187.42
Total Variation	0.813095	4.87857	100.00	187.64

Source	%Process (SV/Proc)
Total Gage R&R	4.79
Repeatability	4.25
Reproducibility	2.20
Operator	0.28
Operator*Part_number	2.19
Part-To-Part	99.65
Total Variation	99.77

Number of Distinct Categories = 29

ภาพที่ ก-2

การทดสอบความแม่นยำ และเที่ยงตรง แบบวารีเเบิด (Variable)
ของการทดสอบความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้า



Two-Way ANOVA Table With Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
Part_number	19	5.52684	0.290886	780.891	0.000
Operator	2	0.00080	0.000398	1.068	0.354
Part_number * Operator	38	0.01416	0.000373	2.213	0.001
Repeatability	120	0.02020	0.000168		
Total	179	5.56199			

Gage R&R

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0.0002368	0.73
Repeatability	0.0001683	0.52
Reproducibility	0.0000685	0.21
Operator	0.0000004	0.00
Operator*Part_number	0.0000681	0.21
Part-To-Part	0.0322793	99.27
Total Variation	0.0325161	100.00

Lower process tolerance limit = 0.3
Historical standard deviation = 0.185

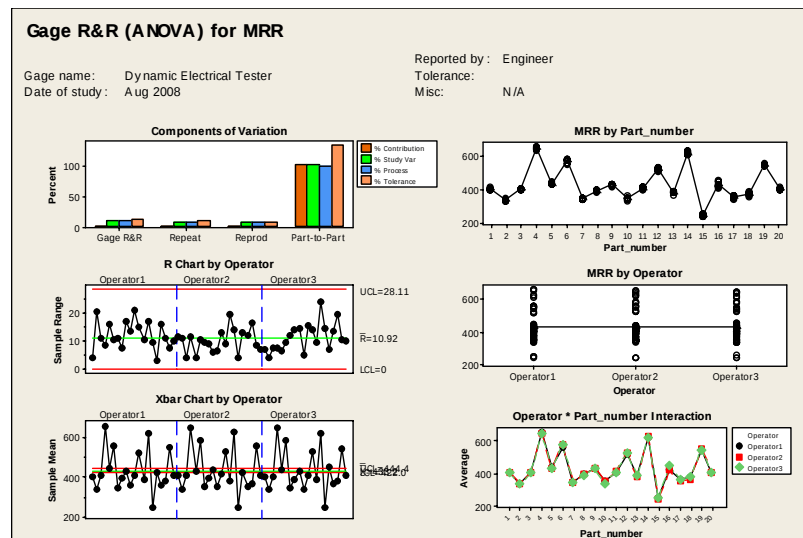
Source	StdDev (SD)	Study Var (6 * SD)	%Study Var (%SV)	%Tolerance (SV/Toler)
Total Gage R&R	0.015389	0.09233	8.53	9.64
Repeatability	0.012974	0.07784	7.19	8.13
Reproducibility	0.008275	0.04965	4.59	5.19
Operator	0.000649	0.00390	0.36	0.41
Operator*Part_number	0.008250	0.04950	4.58	5.17
Part-To-Part	0.179664	1.07799	99.64	112.59
Total Variation	0.180322	1.08193	100.00	113.00

Source	%Process (SV/Proc)
Total Gage R&R	8.32
Repeatability	7.01
Reproducibility	4.47
Operator	0.35
Operator*Part_number	4.46
Part-To-Part	97.12
Total Variation	97.47

Number of Distinct Categories = 16

ภาพที่ ก-3

การทดสอบความแม่นยำ และเที่ยงตรง แบบวารีเอเบิล ของการทดสอบสควอร์



Two-Way ANOVA Table With Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
Part_number	19	1782043	93791.8	623.868	0.000
Operator	2	17	8.7	0.058	0.944
Part_number * Operator	38	5713	150.3	3.859	0.000
Repeatability	120	4674	39.0		
Total	179	1792448			

Alpha to remove interaction term = 0.25

Gage R&R

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	76.1	0.73
Repeatability	39.0	0.37
Reproducibility	37.1	0.35
Operator	0.0	0.00
Operator*Part_number	37.1	0.35
Part-To-Part	10404.6	99.27
Total Variation	10480.7	100.00

Lower process tolerance limit = 200
Historical standard deviation = 105

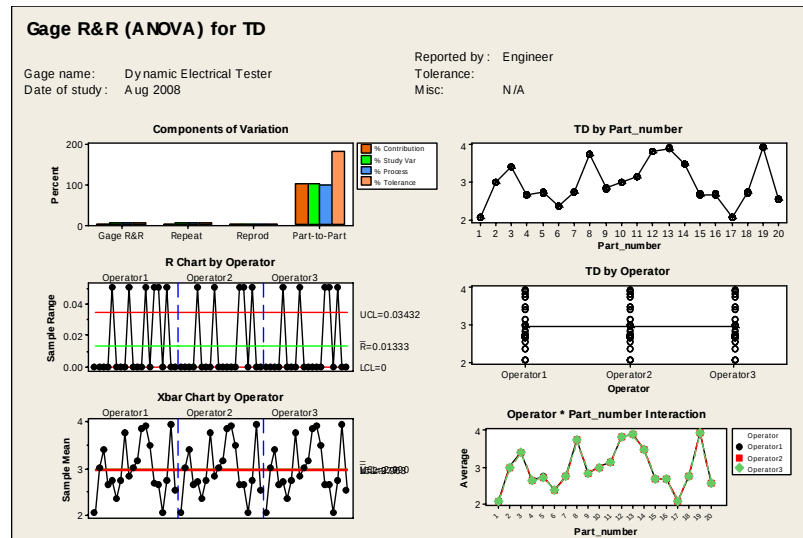
Source	StdDev (SD)	Study Var (6 * SD)	%Study Var (%SV)	%Tolerance (SV/Toler)
Total Gage R&R	8.723	52.335	8.52	11.22
Repeatability	6.241	37.448	6.10	8.03
Reproducibility	6.093	36.560	5.95	7.84
Operator	0.000	0.000	0.00	0.00
Operator*Part_number	6.093	36.560	5.95	7.84
Part-To-Part	102.003	612.018	99.64	131.21
Total Variation	102.375	614.251	100.00	131.69

Source	%Process (SV/Proc)
Total Gage R&R	8.31
Repeatability	5.94
Reproducibility	5.80
Operator	0.00
Operator*Part_number	5.80
Part-To-Part	97.15
Total Variation	97.50

Number of Distinct Categories = 16

ภาพที่ ก-4

การทดสอบความแม่นยำ และเที่ยงตรง แบบวารีเอเบิล ของการทดสอบค่าความต้านทานของ
แม่เหล็กไฟฟ้าหรือเอ็มอาร์อาร์



Two-Way ANOVA Table With Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
Part_number	19	57.9487	3.04993	81809.9	0.000
Operator	2	0.0002	0.00012	3.4	0.046
Part_number * Operator	38	0.0014	0.00004	0.2	1.000
Repeatability	120	0.0267	0.00022		
Total	179	57.9770			

Alpha to remove interaction term = 0.25

Two-Way ANOVA Table Without Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
Part_number	19	57.9487	3.04993	17159.2	0.000
Operator	2	0.0002	0.00012	0.7	0.497
Repeatability	158	0.0281	0.00018		
Total	179	57.9770			

Gage R&R

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0.000178	0.05
Repeatability	0.000178	0.05
Reproducibility	0.000000	0.00
Operator	0.000000	0.00
Part-To-Part	0.338861	99.95
Total Variation	0.339039	100.00

Lower process tolerance limit = 2

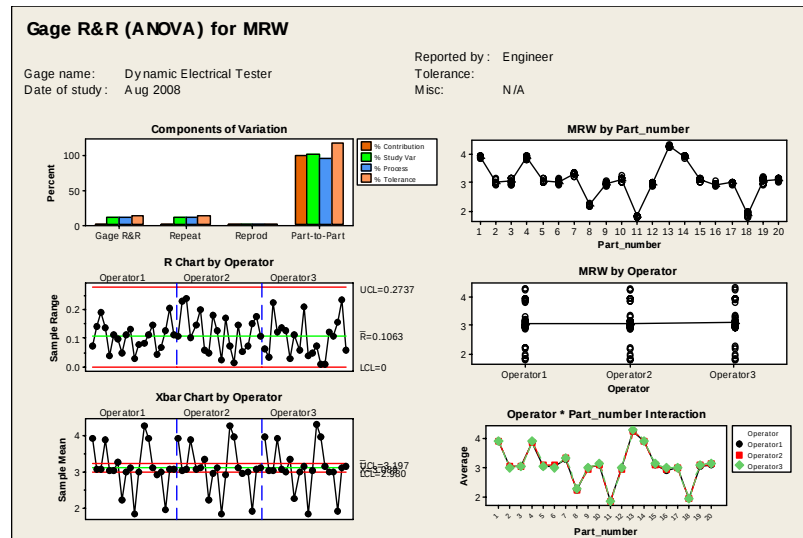
Historical standard deviation = 0.6

Source	StdDev (SD)	Study Var (6 * SD)	%Study Var (%SV)	%Tolerance (SV/Toler)	%Process (SV/Proc)
Total Gage R&R	0.013332	0.07999	2.29	4.10	2.22
Repeatability	0.013332	0.07999	2.29	4.10	2.22
Reproducibility	0.000000	0.00000	0.00	0.00	0.00
Operator	0.000000	0.00000	0.00	0.00	0.00
Part-To-Part	0.582118	3.49271	99.97	178.81	97.02
Total Variation	0.582271	3.49362	100.00	178.85	97.05

Number of Distinct Categories = 61

ภาพที่ ก-5

การทดสอบความแม่นยำ และเที่ยงตรง แบบวารีเอเบิล ของการทดสอบพัสดาวน



Two-Way ANOVA Table With Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
Part_number	19	63.9648	3.36657	2272.65	0.000
Operator	2	0.0100	0.00501	3.38	0.044
Part_number * Operator	38	0.0563	0.00148	0.36	1.000
Repeatability	120	0.4939	0.00412		
Total	179	64.5251			

Alpha to remove interaction term = 0.25

Two-Way ANOVA Table Without Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
Part_number	19	63.9648	3.36657	966.702	0.000
Operator	2	0.0100	0.00501	1.440	0.240
Repeatability	158	0.5502	0.00348		
Total	179	64.5251			

Gage R&R

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0.003508	0.93
Repeatability	0.003483	0.92
Reproducibility	0.000026	0.01
Operator	0.000026	0.01
Part-To-Part	0.373676	99.07
Total Variation	0.377184	100.00

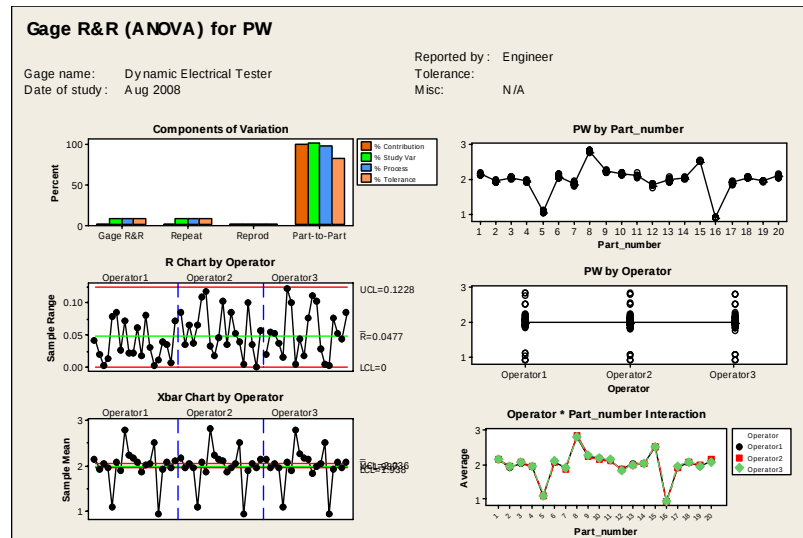
Lower process tolerance limit = 1.5
Historical standard deviation = 0.65

Source	StdDev (SD)	Study Var (6 * SD)	%Study Var (%SV)	%Tolerance (SV/Toler)	%Process (SV/Proc)
Total Gage R&R	0.059229	0.35537	9.64	11.18	9.11
Repeatability	0.059013	0.35408	9.61	11.14	9.08
Reproducibility	0.005052	0.03031	0.82	0.95	0.78
Operator	0.005052	0.03031	0.82	0.95	0.78
Part-To-Part	0.611291	3.66774	99.53	115.44	94.04
Total Variation	0.614153	3.68492	100.00	115.98	94.49

Number of Distinct Categories = 14

ภาพที่ ก-6

การทดสอบความแม่นยำ และเที่ยงตรง แบบวารีเอเบิล ของการทดสอบการวัดความกว้างของการ
อ่านสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้า



Two-Way ANOVA Table With Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
Part_number	19	28.0651	1.47711	1722.91	0.000
Operator	2	0.0013	0.00065	0.76	0.473
Part_number * Operator	38	0.0326	0.00086	0.86	0.692
Repeatability	120	0.1191	0.00099		
Total	179	28.2181			

Alpha to remove interaction term = 0.25

Two-Way ANOVA Table Without Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
Part_number	19	28.0651	1.47711	1538.47	0.000
Operator	2	0.0013	0.00065	0.68	0.507
Repeatability	158	0.1517	0.00096		
Total	179	28.2181			

Gage R&R

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0.000960	0.58
Repeatability	0.000960	0.58
Reproducibility	0.000000	0.00
Operator	0.000000	0.00
Part-To-Part	0.164017	99.42
Total Variation	0.164977	100.00

Lower process tolerance limit = 0.5

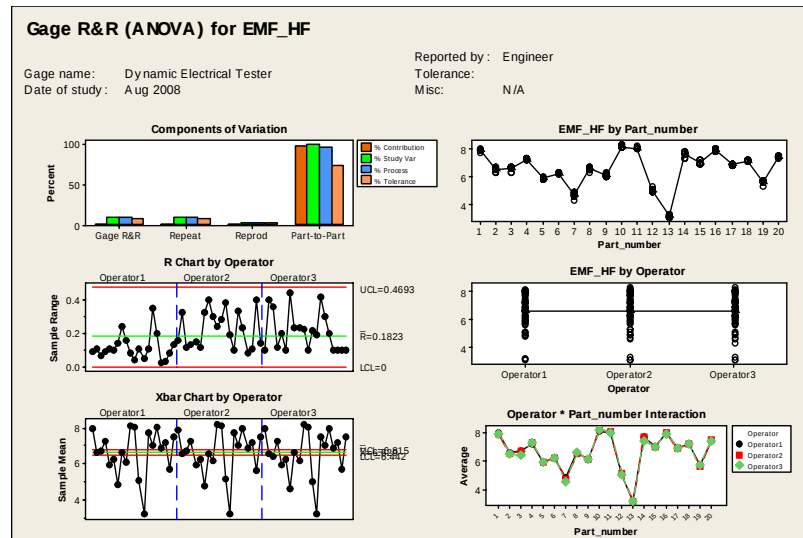
Historical standard deviation = 0.42

Source	StdDev (SD)	Study Var (6 * SD)	%Study Var (%SV)	%Tolerance (SV/Toler)	%Process (SV/Proc)
Total Gage R&R	0.030986	0.18591	7.63	6.25	7.38
Repeatability	0.030986	0.18591	7.63	6.25	7.38
Reproducibility	0.000000	0.00000	0.00	0.00	0.00
Operator	0.000000	0.00000	0.00	0.00	0.00
Part-To-Part	0.404990	2.42994	99.71	81.72	96.43
Total Variation	0.406174	2.43704	100.00	81.95	96.71

Number of Distinct Categories = 18

ภาพที่ ก-7

การทดสอบความแม่นยำ และเที่ยงตรง แบบวารีเอเบิล ของการทดสอบระยะเวลาของการวัด
ความกว้างของการเขียนสัญญาณแม่เหล็ก หรือพัลส์วิดท์



Two-Way ANOVA Table With Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
Part_number	19	274.996	14.4735	1043.47	0.000
Operator	2	0.091	0.0455	3.28	0.048
Part_number * Operator	38	0.527	0.0139	1.05	0.410
Repeatability	120	1.587	0.0132		
Total	179	277.201			

Alpha to remove interaction term = 0.25

Two-Way ANOVA Table Without Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
Part_number	19	274.996	14.4735	1081.78	0.000
Operator	2	0.091	0.0455	3.40	0.036
Repeatability	158	2.114	0.0134		
Total	179	277.201			

Gage R&R

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0.01392	0.86
Repeatability	0.01338	0.83
Reproducibility	0.00054	0.03
Operator	0.00054	0.03
Part-To-Part	1.60668	99.14
Total Variation	1.62059	100.00

Lower process tolerance limit = 1.5
Historical standard deviation = 1.3

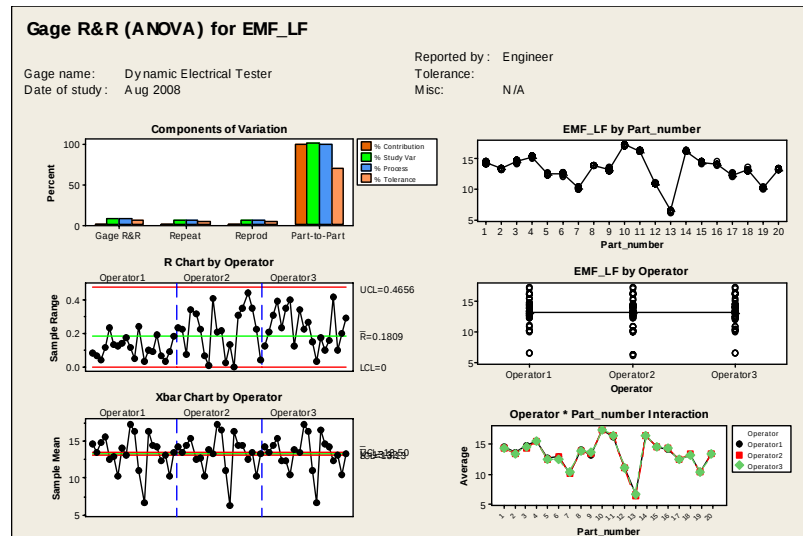
Source	StdDev (SD)	Study Var (6 * SD)	%Study Var (%SV)	%Tolerance (SV/Toler)	%Process (SV/Proc)
Total Gage R&R	0.11796	0.70778	9.27	6.90	9.07
Repeatability	0.11567	0.69401	9.09	6.77	8.90
Reproducibility	0.02315	0.13892	1.82	1.35	1.78
Operator	0.02315	0.13892	1.82	1.35	1.78
Part-To-Part	1.26755	7.60529	99.57	74.14	97.50
Total Variation	1.27302	7.63815	100.00	74.46	97.92

Number of Distinct Categories = 15

ภาพที่ ก-8

การทดสอบความแม่นยำ และเที่ยงตรง แบบวารีโอเบิ้ล ของ

การทดสอบแอมป์ริจูดอีเอ็มเอฟความถี่สูง



Two-Way ANOVA Table With Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
Part_number	19	1046.99	55.1047	905.361	0.000
Operator	2	0.09	0.0464	0.762	0.474
Part_number * Operator	38	2.31	0.0609	4.561	0.000
Repeatability	120	1.60	0.0133		
Total	179	1051.00			

Alpha to remove interaction term = 0.25

Gage R&R

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0.02918	0.47
Repeatability	0.01334	0.22
Reproducibility	0.01584	0.26
Operator	0.00000	0.00
Operator*Part_number	0.01584	0.26
Part-To-Part	6.11598	99.53
Total Variation	6.14516	100.00

Lower process tolerance limit = 2.5

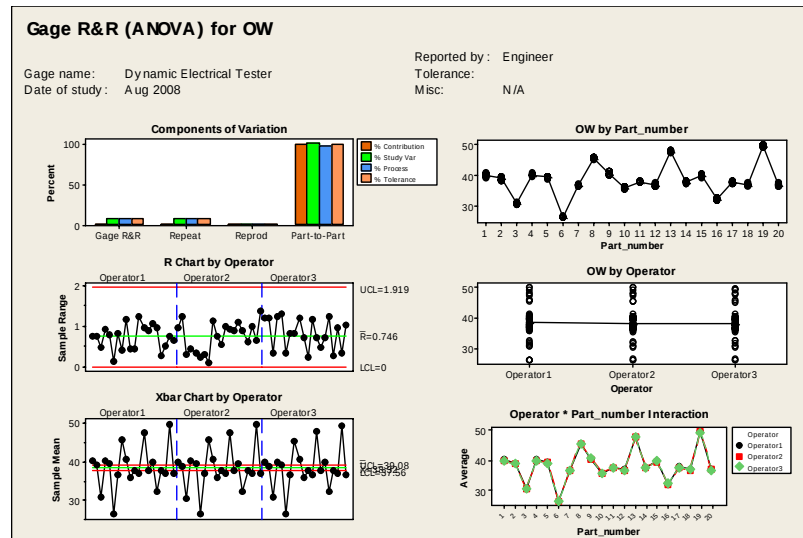
Source	StdDev (SD)	Study Var (6 * SD)	%Study Var (%SV)	%Tolerance (SV/Toler)
Total Gage R&R	0.17083	1.0250	6.89	4.74
Repeatability	0.11552	0.6931	4.66	3.20
Reproducibility	0.12586	0.7551	5.08	3.49
Operator	0.00000	0.0000	0.00	0.00
Operator*Part_number	0.12586	0.7551	5.08	3.49
Part-To-Part	2.47305	14.8383	99.76	68.59
Total Variation	2.47894	14.8737	100.00	68.75

Source	%Process (SV/Proc)
Total Gage R&R	6.83
Repeatability	4.62
Reproducibility	5.03
Operator	0.00
Operator*Part_number	5.03
Part-To-Part	98.92
Total Variation	99.16

Number of Distinct Categories = 20

ภาพที่ ก-9

การทดสอบความแม่นยำ และเที่ยงตรง แบบวารีเอเบิล ของ
การทดสอบแอมปริจูดอีเอ็มเอฟความถี่ต่ำ



Two-Way ANOVA Table With Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
Part_number	19	4877.19	256.694	4825.20	0.000
Operator	2	0.26	0.129	2.42	0.102
Part_number * Operator	38	2.02	0.053	0.29	1.000
Repeatability	120	22.37	0.186		
Total	179	4901.83			

Alpha to remove interaction term = 0.25

Two-Way ANOVA Table Without Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
Part_number	19	4877.19	256.694	1663.10	0.000
Operator	2	0.26	0.129	0.84	0.436
Repeatability	158	24.39	0.154		
Total	179	4901.83			

Gage R&R

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0.1543	0.54
Repeatability	0.1543	0.54
Reproducibility	0.0000	0.00
Operator	0.0000	0.00
Part-To-Part	28.5044	99.46
Total Variation	28.6588	100.00

Lower process tolerance limit = 22
Historical standard deviation = 5.5

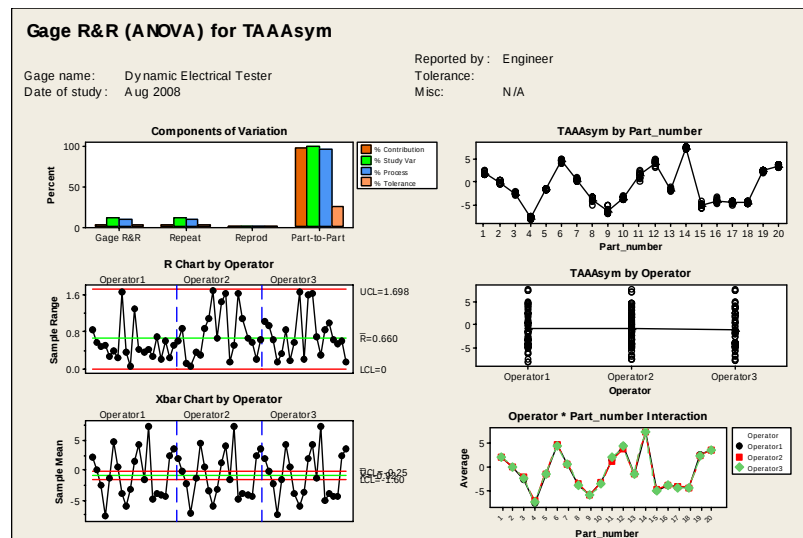
Source	StdDev (SD)	Study Var (6 * SD)	%Study Var (%SV)	%Tolerance (SV/Toler)	%Process (SV/Proc)
Total Gage R&R	0.39287	2.3572	7.34	7.22	7.14
Repeatability	0.39287	2.3572	7.34	7.22	7.14
Reproducibility	0.00000	0.0000	0.00	0.00	0.00
Operator	0.00000	0.0000	0.00	0.00	0.00
Part-To-Part	5.33895	32.0337	99.73	98.15	97.07
Total Variation	5.35339	32.1203	100.00	98.41	97.33

Number of Distinct Categories = 19

ภาพที่ ก-10

การทดสอบความแม่นยำ และเที่ยงตรง แบบวารีเอเบิล ของ

การทดสอบการเขียนสัญญาณแม่เหล็กทับ



Two-Way ANOVA Table With Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
Part_number	19	2779.97	146.314	1709.46	0.000
Operator	2	0.05	0.023	0.27	0.768
Part_number * Operator	38	3.25	0.086	0.47	0.996
Repeatability	120	22.02	0.184		
Total	179	2805.29			

Alpha to remove interaction term = 0.25

Two-Way ANOVA Table Without Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
Part_number	19	2779.97	146.314	914.590	0.000
Operator	2	0.05	0.023	0.142	0.868
Repeatability	158	25.28	0.160		
Total	179	2805.29			

Gage R&R

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0.1600	0.98
Repeatability	0.1600	0.98
Reproducibility	0.0000	0.00
Operator	0.0000	0.00
Part-To-Part	16.2393	99.02
Total Variation	16.3993	100.00

Process tolerance = 100

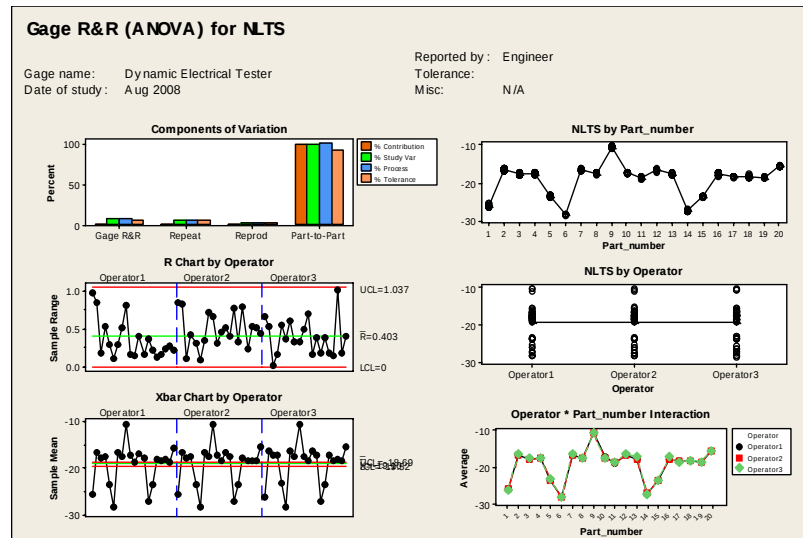
Historical standard deviation = 4.2

Source	StdDev (SD)	Study Var (6 * SD)	%Study Var (%SV)	%Tolerance (SV/Toler)	%Process (SV/Proc)
Total Gage R&R	0.39997	2.3998	9.88	2.40	9.52
Repeatability	0.39997	2.3998	9.88	2.40	9.52
Reproducibility	0.00000	0.0000	0.00	0.00	0.00
Operator	0.00000	0.0000	0.00	0.00	0.00
Part-To-Part	4.02981	24.1788	99.51	24.18	95.95
Total Variation	4.04961	24.2976	100.00	24.30	96.42

Number of Distinct Categories = 14

ภาพที่ ก-11

การทดสอบความแม่นยำ และเที่ยงตรง แบบวารีเอเบิล ของ
การทดสอบความไม่สมมาตรของแอมปริจูด หรือ ทีเอเอ อะซิมเมทรี



Two-Way ANOVA Table With Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
Part_number	19	3185.94	167.681	1983.32	0.000
Operator	2	0.59	0.295	3.49	0.040
Part_number * Operator	38	3.21	0.085	1.36	0.105
Repeatability	120	7.43	0.062		
Total	179	3197.17			

Alpha to remove interaction term = 0.25

Gage R&R

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0.0730	0.39
Repeatability	0.0619	0.33
Reproducibility	0.0110	0.06
Operator	0.0035	0.02
Operator*Part_number	0.0075	0.04
Part-To-Part	18.6218	99.61
Total Variation	18.6948	100.00

Upper process tolerance limit = -5
Historical standard deviation = 4.3

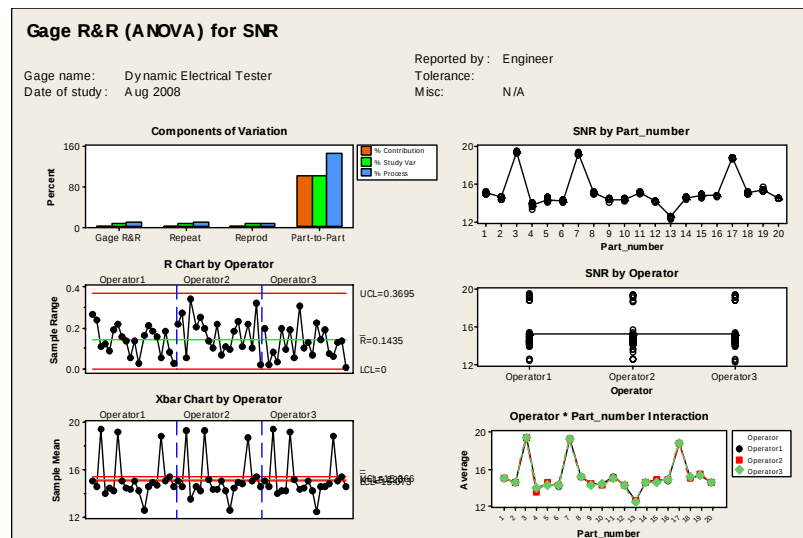
Source	StdDev (SD)	Study Var (6 * SD)	%Study Var (%SV)	%Tolerance (SV/Toler)
Total Gage R&R	0.27017	1.6210	6.25	5.75
Repeatability	0.24888	1.4933	5.76	5.29
Reproducibility	0.10511	0.6307	2.43	2.24
Operator	0.05928	0.3557	1.37	1.26
Operator*Part_number	0.08680	0.5208	2.01	1.85
Part-To-Part	4.31530	25.8918	99.80	91.79
Total Variation	4.32375	25.9425	100.00	91.96

Source	%Process (SV/Proc)
Total Gage R&R	6.28
Repeatability	5.79
Reproducibility	2.44
Operator	1.38
Operator*Part_number	2.02
Part-To-Part	100.36
Total Variation	100.55

Number of Distinct Categories = 22

ภาพที่ ก-12

การทดสอบความแม่นยำ และเที่ยงตรง แบบวารีเอเบิล ของการทดสอบเอ็นแอลทีเอส



Two-Way ANOVA Table With Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
Part_number	19	548.207	28.8530	1153.98	0.000
Operator	2	0.013	0.0063	0.25	0.779
Part_number * Operator	38	0.950	0.0250	3.28	0.000
Repeatability	120	0.913	0.0076		
Total	179	550.083			

Alpha to remove interaction term = 0.25

Gage R&R

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0.01341	0.42
Repeatability	0.00761	0.24
Reproducibility	0.00580	0.18
Operator	0.00000	0.00
Operator*Part_number	0.00580	0.18
Part-To-Part	3.20311	99.58
Total Variation	3.21652	100.00

Historical standard deviation = 1.25

Source	StdDev (SD)	Study Var (6 * SD)	%Study Var (%SV)	%Process (SV/Proc)
Total Gage R&R	0.11580	0.6948	6.46	9.26
Repeatability	0.08725	0.5235	4.86	6.98
Reproducibility	0.07614	0.4568	4.25	6.09
Operator	0.00000	0.0000	0.00	0.00
Operator*Part_number	0.07614	0.4568	4.25	6.09
Part-To-Part	1.78972	10.7383	99.79	143.18
Total Variation	1.79347	10.7608	100.00	143.48

Number of Distinct Categories = 21

ภาพที่ ก-13

การทดสอบความแม่นยำ และเที่ยงตรง แบบวารีเอเบิล ของการทดสอบเอสเอ็นอาร์