

รายการอ้างอิง

ภาษาอังกฤษ

- Abdelnour, Ghassan M. , Chir-Ho Chang , Feng-Hsin Huang and John Y. Cheung 1991. Design of a Fuzzy Controller Using Input and Output Mapping Factors , **IEEE Trans. on Syst., Man, and Cybern.** Vol.21 , No.5 . pp. 952-960.
- Astrom, K.J., and Wittenmark, B., 1989. **Adaptive Control.**, Addison Wesley, Reading, MA.
- Bagchi, Arunabha **Optimal Control of Stochastic Systems** , Prentice Hall International Series in Systems and Control Engineering.
- Berenji, Hamid R. and Khedkar, Pratap 1992. Learning and Tuning Fuzzy Logic Controllers Through Reinforcements, **IEEE Trans. on Neural Networks** , Vol.3 , No.5 , pp. 724-740.
- Bernard, J.A. 1988. Use of Rule-base System for Process Control., **IEEE Control System Magazine.** 8, pp. 3-13.
- Braae, M., and Rutherford, D.A. 1979. Selection of Parameters for a Fuzzy Logic Controller., **Fuzzy Sets and Systems**, pp. 185-199.
- Brown, Martin and Harris, Chris **Neurofuzzy Adaptive Modeling and Control** , Prentice Hall International Series in Systems and Control Engineering.
- Brown, Robert Grover and Hwang, Patrick Y.C. **Introduction to Random Signals and Applied Kalman Filtering** , Second Edition , John Wiley & Son, Inc.
- Chen, S., C.F.N. Cowan, and P.M. Grant, 1991. Orthogonal Least Squares Learning algorithm for radial basis function networks., **IEEE Trans. On Neural Networks**, No. 2, pp. 302-309.
- _____, S. A. Billings, and W. Luo, 1989. Orthogonal Least Squares Methods and their Application to Non-linear system Identification., **Int. J. Contr.**, No. 5, pp. 1873-1896.
- Fausett, Laurene 1994. **Fundamentals of Neural Networks - Architectures, Algorithms, and Applications**, Prentice Hall International Editions, pp. 505-506.
- Fei, Jian and Isik, Can 1992. Adaptive Fuzzy Control Via Modification of Linguistic Variables, **IEEE**, pp. 399-406.
- Gardner, David , Ashenayi, Kaveh , Timmerman, Marc and Sujeet Shenoj 1994. Autonomous Control Hardware for Real-Time Applications, **IEEE** , pp. 962-967.

- Halgamuge, S. K. , Poechmueller, Werner and Glesner, Manfred. An Alternative Approach for Generation of Membership Functions and Fuzzy Rules Based on Radial and Cubic Basis Function Networks , **Technical Report of Institute of Microelectronic Systems.**
- _____. and Glesner, M. 1994. Neural Networks in Designing Fuzzy Systems for Real World Applications, **International Journal for Fuzzy Sets and Systems (Editor: H. J. Zimmermann)** , North Holland.
- Handelman, David A. , Lane, Stephen H. and Gelfand, Jack J. 1990. Integrating Neural Networks and Knowledge-Based Systems for Intelligent Robotic Control, **IEEE Control System Magazine**, Vol.10 No.3 , pp 77-87.
- Herrera, F. , Lozano, M. , Verdegay, J.L. 1993. Tuning Fuzzy Controllers by Genetic Algorithms, **Technical Report #DECSAI-93102.**
- Holmblad, L.P. and Ostergard, J.J 1982. Control of a Cement Kiln by Fuzzy Logic in M.M.Gupta and E.Sanchez (Eds.), **Fuzzy Information and Decision Process** Amsterdam:North-Holland.
- Horikawa, Shin-ichi, Takeshi Furuhashi, and Yoshiki Uchikawa 1992. On Fuzzy Modeling Using Fuzzy Neural Networks with the Back-Propagation Algorithm, **IEEE Trans. on Neural Networks**, Vol.3 , No.5 , pp. 801-806.
- Isomursu, Pekka and Rauma, Tapio 1994. A Self-Tuning Fuzzy Logic Controller for Temperature Control of Superheated Steam , **IEEE** , pp. 1560-1563.
- Jang, Jyh-Shing R. 1992. Self-Learning Fuzzy Controllers Based on Temporal Back Propagation, **IEEE Trans. on Neural Networks** , Vol.3 , No.5 , pp. 714-723.
- Kong, Seong-Gon and Kosko, Bart 1992. Adaptive Fuzzy Systems for Backing up a Truck-and-Trailer, **IEEE Trans. on Neural Networks** , Vol.3 , No.2 , pp.211-223.
- Lee, Chuen-Chien 1991. A self-Learning Rule-Based Controller Employing Approximate Reasoning and Neural Net Concepts, **International Journal of Intelligent Systems** Vol.6, pp. 71-93.
- Leitch, Donald and Probert, Penelope 1994. Context Dependent Coding in Genetic Algorithms for the Design of Fuzzy Systems, **IEEE/Nagoya University WWW on Fuzzy Logic and Neural Networks/Genetic Algorithms**, Nagoya.
- _____. and Probert, Penelope 1994. Genetic Algorithms for the Development of Fuzzy Controllers for Autonomous Guided Vehicles, **2nd European Conf. on Intelligent Techniques and Soft Computing.**

- Lewis, Frank L., 1992. **Applied Optimal Control and Estimation.**, Prentice-Hall International Editions
- Lippmann, R., 1991. A Critical Overview of Neural Network Pattern Classifiers, **Proc. 1991 IEEE Workshop on Neural Network for Signal Processing**, Princeton, NJ, pp. 266-275.
- Lotfi, A. and Tsoi, A.C. Importance of Membership Functions : A Comparative Study on Difference Learning Methods for Fuzzy Inference Systems, **Proceeding of Australia and New Zealand conference on Intelligent Information Systems**.
- Mamdani, E.H. and Assilian, S. 1975. An Experiment in Linguistic Synthesis with a Fuzzy Logic Controller, **Int.J.Man-Machine Studies**, No. 7, pp. 1-13.
- Ming Kun Gu, Ho Chung Lui, Tiong Hwee Goh, and Pei Zhuang Wang 1994. A Cascade Architecture of Adaptive Fuzzy Controllers for Inverted Pendulums, **IEEE**, pp. 1514-1519.
- Ohtani, T., Negishi, M., and Murakami, J., 1990. Fuzzy Control of Basic Weight Profile for Papermachines., **Yokogawa Technical Report English Edition 11**, pp. 52-58.
- Pacini, Peter J. and Kosko, Bart 1992. Adaptive Fuzzy Systems for Target Tracking , **Intelligent systems Engineering** , pp.3-18.
- Procyk, T.J. and Mamdani, E.H. 1979. A Linguistic Self-Organizing Process Controller, **Automatica**, Vol. 15 , pp. 15-30.
- Smith, Samuel M. and Comer, David J. 1991. Automated Calibration of a Fuzzy Logic Controller Using a Cell State Space Algorithm, **IEEE Control Systems Magazine** , Vol.11 , No.5 , pp.18-28.
- Takekoshi, A., et al., 1989. **Application of Knowledge Engineering for Iron and Steel Making.**, NKK Technical Review 56.
- Tzes, Anthony and Kyriakides, Kyriakos 1993. Adaptive Fuzzy-Control for Flexible-Link Manipulators: a Hybrid Frequency-Time Domain Scheme, **IEEE** , pp. 122-127.
- Wang, Li-Xin and Mendel, Jerry M. 1992. Fuzzy Basis Functions , Universal Approximation , and Orthogonal Least-Squares Learning, **IEEE Trans. on Neural Networks** , Vol.3 , No.5 , pp. 807-814.
- _____. **Adaptive Fuzzy Systems and Control : Design and Stability Analysis**, PTR Prentice Hall Englewood Cliffs, New Jersey 07632.
- _____. and Mendel, Jerry M. 1992. Generating Fuzzy Rules by Learning from Examples , **IEEE Trans. on Syst., Man, and Cybern.** , Vol.22 , No.6 , pp. 1414-1427.

Wellstead, P. E. and Zarrop M. B. 1991. **Self-Tuning Systems Control and Signal Processing**, John Wiley & Sons, pp 85-89

Zadeh, L.A. 1965. Fuzzy Sets, **Inform.Contr.** , Vol.8 , pp. 338-353.

Zhuo Li, Shi-Zhong He, and shaohua Tan 1994. A Refined On-line Rule/Parameter Adaptive Fuzzy Controller, **IEEE**, pp. 1472-1477.

ภาคผนวก ก

ตารางเปรียบเทียบการลดผลของสัญญาณรบกวนระหว่างตัวกรองกาลมาน
และตัวควบคุมพีซีชนิดที่มีการปรับตัวโดยใช้ขั้วงานระบบประสาท

ตารางที่ ก.1 แสดงการเปรียบเทียบการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดและสัญญาณรบกวน
เนื่องจากลมพัดก้านชนิดขาวแบบเกาส์ โดยกำหนดให้สัญญาณรบกวนมีค่าความแปรปรวนเท่ากับ 0.1 N^2)

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีซีชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|----------------------------------|--------|----------------------------|--------|-----------------------------|--------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | Jt | Jp |
| 1 | 0.0067 | 0.2174 | 0.0066 | 0.2832 | 0.0188 | 1.8111 |
| 2 | 0.0059 | 0.1646 | 0.0058 | 0.1091 | 0.0279 | 2.3031 |
| 3 | 0.0072 | 0.2461 | 0.0070 | 0.2712 | 0.0114 | 0.5162 |
| 4 | 0.0058 | 0.3720 | 0.0054 | 0.3062 | 0.0096 | 0.4718 |
| 5 | 0.0088 | 0.2440 | 0.0085 | 0.2371 | 0.0126 | 1.0906 |
| 6 | 0.0050 | 0.1241 | 0.0049 | 0.1369 | 0.0083 | 0.5254 |
| 7 | 0.0068 | 0.2552 | 0.0065 | 0.2509 | 0.0154 | 1.3334 |
| 8 | 0.0063 | 0.2842 | 0.0063 | 0.2281 | 0.0186 | 1.5996 |
| 9 | 0.0073 | 0.1014 | 0.0073 | 0.1613 | 0.0104 | 0.9480 |
| 10 | 0.0067 | 0.1243 | 0.0066 | 0.1666 | 0.0091 | 0.5062 |
| เฉลี่ย | 0.0067 | 0.2133 | 0.0065 | 0.2151 | 0.0142 | 1.1105 |

ตารางที่ ก.2 แสดงการเปรียบเทียบการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดและสัญญาณรบกวน เนื่องจกมพัดก้านชนิดขาวแบบเกาส์ โดยกำหนดให้สัญญาณรบกวนมีค่าความแปรปรวนเท่ากับ 0.2 N^2)

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชีชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|-----------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | | |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | Jt | Jp |
| 1 | 0.0099 | 0.2678 | 0.0093 | 0.2902 | 0.0145 | 0.9865 |
| 2 | 0.0097 | 0.5631 | 0.0088 | 0.5340 | 0.0147 | 1.8305 |
| 3 | 0.0090 | 0.4502 | 0.0084 | 0.4667 | 0.0122 | 2.1172 |
| 4 | 0.0142 | 0.4310 | 0.0139 | 0.4030 | 0.0231 | 2.8020 |
| 5 | 0.0077 | 0.4461 | 0.0074 | 0.4190 | 0.0140 | 2.0822 |
| 6 | 0.0084 | 0.3459 | 0.0081 | 0.3759 | 0.0097 | 2.9180 |
| 7 | 0.0128 | 1.0902 | 0.0128 | 1.0333 | 0.0136 | 3.3651 |
| 8 | 0.0081 | 0.3459 | 0.0081 | 0.3326 | 0.0102 | 0.8247 |
| 9 | 0.0081 | 0.6505 | 0.0075 | 0.5944 | 0.0089 | 1.1731 |
| 10 | 0.0073 | 0.4846 | 0.0068 | 0.4494 | 0.0122 | 0.5655 |
| เฉลี่ย | 0.0095 | 0.5075 | 0.0091 | 0.4899 | 0.0133 | 1.8665 |

ตารางที่ ก.3 แสดงการเปรียบเทียบการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดและสัญญาณรบกวน เนื่องจกมพัดก้านชนิดขาวแบบเกาส์ โดยกำหนดให้สัญญาณรบกวนมีค่าความแปรปรวนเท่ากับ 0.4 N^2)

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชีชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|-----------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | | |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | Jt | Jp |
| 1 | 0.0483 | 2.5662 | 0.0463 | 2.3899 | 0.0438 | 12.7974 |
| 2 | 0.0109 | 0.4402 | 0.0106 | 0.4495 | 0.0195 | 3.2134 |
| 3 | 0.0379 | 2.6676 | 0.0372 | 2.6655 | 0.0367 | 4.8001 |
| 4 | 0.0401 | 0.8149 | 0.0399 | 0.8381 | 0.0447 | 13.8821 |
| 5 | 0.0171 | 2.2420 | 0.0149 | 2.1905 | 0.0175 | 7.0659 |
| 6 | 0.0371 | 2.4112 | 0.0358 | 2.4330 | 0.0698 | 23.8978 |
| 7 | 0.0291 | 1.7112 | 0.0286 | 1.6880 | 0.0279 | 4.9119 |
| 8 | 0.0190 | 1.1210 | 0.0181 | 1.0129 | 0.0326 | 9.0314 |
| 9 | 0.0264 | 0.9342 | 0.0264 | 1.0571 | 0.0350 | 10.7667 |
| 10 | 0.0147 | 2.1866 | 0.0131 | 2.3238 | 0.0129 | 2.3700 |
| เฉลี่ย | 0.0281 | 1.7095 | 0.0271 | 1.7048 | 0.0340 | 9.2737 |

ตารางที่ ก.4 แสดงการเปรียบเทียบการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดและสัญญาณรบกวนเนื่องจากลมพัดก้านชนิดขาวแบบเกาส์ โดยกำหนดให้สัญญาณรบกวนมีค่าความแปรปรวนเท่ากับ 0.5 N^2)

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชีชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|-----------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 1 | 0.0871 | 9.5221 | 0.0863 | 9.2456 | 0.0302 | 1.4563 |
| 2 | 0.0420 | 3.3275 | 0.0518 | 3.0034 | 0.0456 | 14.8284 |
| 3 | 0.0537 | 1.4682 | 0.0533 | 1.3401 | 0.0398 | 5.5076 |
| 4 | 0.0189 | 0.8939 | 0.0183 | 1.2021 | 0.0284 | 5.8574 |
| 5 | 0.0162 | 0.8362 | 0.0163 | 0.7745 | 0.0220 | 2.1628 |
| 6 | 0.0550 | 3.9761 | 0.0552 | 3.7181 | 0.0425 | 16.7025 |
| 7 | 0.1314 | 7.9517 | 0.1312 | 7.1894 | 0.0368 | 4.5945 |
| 8 | 0.0731 | 5.6540 | 0.0636 | 5.9089 | 0.0238 | 8.0537 |
| 9 | 0.0664 | 1.3692 | 0.0653 | 1.7328 | 0.0446 | 7.7243 |
| 10 | 0.0603 | 3.1417 | 0.0605 | 2.7456 | 0.0695 | 16.3048 |
| เฉลี่ย | 0.0604 | 3.8141 | 0.0602 | 3.6861 | 0.0383 | 8.3192 |

ตารางที่ ก.5 แสดงการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดและสัญญาณรบกวนเนื่องจากลมพัดก้านชนิดขาวแบบเกาส์ โดยออกแบบหรือเรียนรู้สัญญาณรบกวนที่ค่าความแปรปรวนเท่ากับ 0.2 N^2 (ค่าความแปรปรวนของสัญญาณรบกวนเท่ากับ 0.1 N^2)

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชีชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|-----------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 1 | 0.0871 | 9.5221 | 0.0863 | 9.2456 | 0.0302 | 1.4563 |
| 2 | 0.0420 | 3.3275 | 0.0518 | 3.0034 | 0.0456 | 14.8284 |
| 3 | 0.0537 | 1.4682 | 0.0533 | 1.3401 | 0.0398 | 5.5076 |
| 4 | 0.0189 | 0.8939 | 0.0183 | 1.2021 | 0.0284 | 5.8574 |
| 5 | 0.0162 | 0.8362 | 0.0163 | 0.7745 | 0.0220 | 2.1628 |
| 6 | 0.0550 | 3.9761 | 0.0552 | 3.7181 | 0.0425 | 16.7025 |
| 7 | 0.1314 | 7.9517 | 0.1312 | 7.1894 | 0.0368 | 4.5945 |
| 8 | 0.0731 | 5.6540 | 0.0636 | 5.9089 | 0.0238 | 8.0537 |
| 9 | 0.0664 | 1.3692 | 0.0653 | 1.7328 | 0.0446 | 7.7243 |
| 10 | 0.0603 | 3.1417 | 0.0605 | 2.7456 | 0.0695 | 16.3048 |
| เฉลี่ย | 0.0604 | 3.8141 | 0.0602 | 3.6861 | 0.0383 | 8.3192 |

ตารางที่ ก.6 แสดงการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดและสัญญาณรบกวนเนื่องจากลมพัด
 ก้านชนิดขาวแบบเกาส์ โดยออกแบบหรือเรียนรู้สัญญาณรบกวนที่ค่าความแปรปรวนเท่ากับ $0.2 N^2$
 (ค่าความแปรปรวนของสัญญาณรบกวนเท่ากับ $0.2 N^2$)

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชีชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|-----------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 1 | 0.0106 | 0.6508 | 0.0098 | 0.6327 | 0.0130 | 1.9447 |
| 2 | 0.0109 | 0.4283 | 0.0101 | 0.4089 | 0.0134 | 0.3666 |
| 3 | 0.0063 | 0.4922 | 0.0060 | 0.5037 | 0.0204 | 6.5044 |
| 4 | 0.0102 | 0.4279 | 0.0103 | 0.4261 | 0.0134 | 1.9216 |
| 5 | 0.0080 | 0.3459 | 0.0076 | 0.3895 | 0.0112 | 1.7657 |
| 6 | 0.0108 | 0.9127 | 0.0101 | 0.8784 | 0.0272 | 7.3872 |
| 7 | 0.0112 | 0.8267 | 0.0113 | 0.8436 | 0.0161 | 1.0662 |
| 8 | 0.0131 | 0.5576 | 0.0129 | 0.5813 | 0.0159 | 2.1416 |
| 9 | 0.0123 | 0.6998 | 0.0122 | 0.6192 | 0.0184 | 2.2469 |
| 10 | 0.0110 | 0.8057 | 0.0108 | 0.8141 | 0.0152 | 1.1115 |
| เฉลี่ย | 0.0104 | 0.6148 | 0.0101 | 0.6098 | 0.0164 | 2.6456 |

ตารางที่ ก.7 แสดงการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดและสัญญาณรบกวนเนื่องจากลมพัด
 ก้านชนิดขาวแบบเกาส์ โดยออกแบบหรือเรียนรู้สัญญาณรบกวนที่ค่าความแปรปรวนเท่ากับ $0.2 N^2$
 (ค่าความแปรปรวนของสัญญาณรบกวนเท่ากับ $0.4 N^2$)

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชีชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|-----------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|----------------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 1 | 0.0369 | 1.5686 | 0.0371 | 1.5411 | 0.0379 | 7.7158 |
| 2 | 0.0365 | 1.1537 | 0.0357 | 1.1065 | 0.0388 | 11.6478 |
| 3 | 0.0206 | 1.3778 | 0.0205 | 1.3099 | 0.0515 | 13.1821 |
| 4 | 0.0309 | 1.8613 | 0.0307 | 1.7449 | 0.0545 | 8.7168 |
| 5 | 0.0185 | 0.6156 | 0.0177 | 0.5909 | 0.0238 | 4.3932 |
| 6 | 0.0322 | 1.5475 | 0.0317 | 1.4805 | 0.0398 | 10.0623 |
| 7 | 0.0229 | 1.3092 | 0.0220 | 1.2836 | 0.0418 | 15.9111 |
| 8 | 0.0118 | 0.3558 | 0.0111 | 0.3508 | 0.0436 | 18.7878 |
| 9 | 0.0353 | 2.2062 | 0.0361 | 2.5923 | 0.0219 | 3.2656 |
| 10 | 0.0392 | 2.6298 | 0.0394 | 2.6219 | 0.0477 | 21.3194 |
| เฉลี่ย | 0.0285 | 1.4626 | 0.0282 | 1.4622 | 0.0401 | 11.5002 |

ตารางที่ ก.8 แสดงการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดและสัญญาณรบกวนเนื่องจากพื้นขรุขระชนิดขาวแบบเกาส์ (ค่าความแปรปรวนของสัญญาณรบกวนเท่ากับ 0.1 N^2)

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชีชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|-----------------------------------|--------|----------------------------|--------|-----------------------------|---------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 1 | 0.0369 | 1.5686 | 0.0371 | 1.5411 | 0.0379 | 7.7158 |
| 2 | 0.0365 | 1.1537 | 0.0357 | 1.1065 | 0.0388 | 11.6478 |
| 3 | 0.0206 | 1.3778 | 0.0205 | 1.3099 | 0.0515 | 13.1821 |
| 4 | 0.0309 | 1.8613 | 0.0307 | 1.7449 | 0.0545 | 8.7168 |
| 5 | 0.0185 | 0.6156 | 0.0177 | 0.5909 | 0.0238 | 4.3932 |
| 6 | 0.0322 | 1.5475 | 0.0317 | 1.4805 | 0.0398 | 10.0623 |
| 7 | 0.0229 | 1.3092 | 0.0220 | 1.2836 | 0.0418 | 15.9111 |
| 8 | 0.0118 | 0.3558 | 0.0111 | 0.3508 | 0.0436 | 18.7878 |
| 9 | 0.0353 | 2.2062 | 0.0361 | 2.5923 | 0.0219 | 3.2656 |
| 10 | 0.0392 | 2.6298 | 0.0394 | 2.6219 | 0.0477 | 21.3194 |
| เฉลี่ย | 0.0285 | 1.4626 | 0.0282 | 1.4622 | 0.0401 | 11.5002 |

ตารางที่ ก.9 แสดงการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดและสัญญาณรบกวนเนื่องจากพื้นขรุขระชนิดขาวแบบเกาส์ (ค่าความแปรปรวนของสัญญาณรบกวนเท่ากับ 0.5 N^2)

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชีชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|-----------------------------------|--------|----------------------------|--------|-----------------------------|--------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 1 | 0.0061 | 0.0966 | 0.0061 | 0.0973 | 0.0062 | 0.6735 |
| 2 | 0.0066 | 0.1479 | 0.0065 | 0.1489 | 0.0088 | 1.5113 |
| 3 | 0.0036 | 0.1114 | 0.0034 | 0.1115 | 0.0061 | 2.0444 |
| 4 | 0.0070 | 0.1066 | 0.0069 | 0.1063 | 0.0063 | 1.9416 |
| 5 | 0.0037 | 0.1337 | 0.0036 | 0.0916 | 0.0067 | 1.7923 |
| 6 | 0.0065 | 0.2434 | 0.0064 | 0.2052 | 0.0073 | 0.7154 |
| 7 | 0.0069 | 0.1055 | 0.0067 | 0.0940 | 0.0054 | 1.7546 |
| 8 | 0.0052 | 0.0811 | 0.0051 | 0.0943 | 0.0084 | 1.4267 |
| 9 | 0.0040 | 0.1177 | 0.0040 | 0.1068 | 0.0096 | 1.2569 |
| 10 | 0.0058 | 0.0850 | 0.0057 | 0.0573 | 0.0070 | 0.6016 |
| เฉลี่ย | 0.0055 | 0.1229 | 0.0054 | 0.1113 | 0.0072 | 1.3718 |

ตารางที่ ก.10 แสดงการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดและสัญญาณรบกวนเนื่องจากพื้นขรุขระชนิดขาวแบบเกาส์ (ค่าความแปรปรวนของสัญญาณรบกวนเท่ากับ 1 N^2)

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชีชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|-----------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 1 | 0.0073 | 0.1580 | 0.0074 | 0.1573 | 0.0133 | 5.4809 |
| 2 | 0.0134 | 0.2888 | 0.0136 | 0.2907 | 0.0117 | 0.6761 |
| 3 | 0.0096 | 0.2120 | 0.0097 | 0.2118 | 0.0116 | 0.7643 |
| 4 | 0.0084 | 0.1942 | 0.0085 | 0.1944 | 0.0113 | 1.5081 |
| 5 | 0.0109 | 0.1393 | 0.0111 | 0.1399 | 0.0129 | 1.5051 |
| 6 | 0.0115 | 0.4931 | 0.0116 | 0.4936 | 0.0124 | 0.6660 |
| 7 | 0.0086 | 0.2670 | 0.0087 | 0.2665 | 0.0093 | 2.0703 |
| 8 | 0.0105 | 0.1874 | 0.0106 | 0.1865 | 0.0112 | 1.5247 |
| 9 | 0.0109 | 0.3137 | 0.0111 | 0.3146 | 0.0144 | 1.1760 |
| 10 | 0.0193 | 0.2773 | 0.0174 | 0.2762 | 0.0112 | 2.0604 |
| เฉลี่ย | 0.0110 | 0.2531 | 0.0110 | 0.2532 | 0.0119 | 1.7432 |

ตารางที่ ก.11 แสดงการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดและสัญญาณรบกวนเนื่องจากพื้นขรุขระชนิดขาวแบบเกาส์ (ค่าความแปรปรวนของสัญญาณรบกวนเท่ากับ 1.5 N^2)

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชีชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|-----------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 1 | 0.0172 | 0.2701 | 0.0172 | 0.2706 | 0.0145 | 1.9022 |
| 2 | 0.0192 | 0.5605 | 0.0191 | 0.5622 | 0.0158 | 1.6644 |
| 3 | 0.0128 | 0.2823 | 0.0127 | 0.2838 | 0.0202 | 2.7252 |
| 4 | 0.0167 | 0.6846 | 0.0166 | 0.6918 | 0.0197 | 1.7392 |
| 5 | 0.0289 | 0.4484 | 0.0287 | 0.4467 | 0.0223 | 1.0619 |
| 6 | 0.0246 | 0.6045 | 0.0244 | 0.6144 | 0.0229 | 3.2843 |
| 7 | 0.0184 | 0.4725 | 0.0183 | 0.4727 | 0.0220 | 5.0782 |
| 8 | 0.0147 | 0.4568 | 0.0147 | 0.4608 | 0.0146 | 2.5146 |
| 9 | 0.0183 | 0.3522 | 0.0183 | 0.3537 | 0.0184 | 1.4190 |
| 10 | 0.0233 | 0.4268 | 0.0232 | 0.4294 | 0.0177 | 0.7784 |
| เฉลี่ย | 0.0194 | 0.4559 | 0.0193 | 0.4586 | 0.0188 | 2.2167 |

ตารางที่ ก.12 แสดงการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดและสัญญาณรบกวนเนื่องจากพื้นฐร
 ระชนิดขาวแบบเกาส์ โดยออกแบบหรือเรียนรู้สัญญาณรบกวนที่ค่าความแปรปรวนเท่ากับ $0.5 N^2$
 (ค่าความแปรปรวนของสัญญาณรบกวนเท่ากับ $0.1 N^2$)

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชีชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|-----------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 1 | 0.0041 | 0.1074 | 0.0041 | 0.1074 | 0.0055 | 0.2461 |
| 2 | 0.0035 | 0.0935 | 0.0035 | 0.0939 | 0.0061 | 0.9043 |
| 3 | 0.0067 | 0.1109 | 0.0067 | 0.1109 | 0.0055 | 1.4710 |
| 4 | 0.0038 | 0.1418 | 0.0038 | 0.1414 | 0.0053 | 0.2236 |
| 5 | 0.0050 | 0.1339 | 0.0050 | 0.1346 | 0.0057 | 0.4578 |
| 6 | 0.0044 | 0.1195 | 0.0044 | 0.1198 | 0.0062 | 0.4080 |
| 7 | 0.0046 | 0.0321 | 0.0045 | 0.0326 | 0.0059 | 0.3967 |
| 8 | 0.0055 | 0.0903 | 0.0054 | 0.0900 | 0.0063 | 1.1224 |
| 9 | 0.0022 | 0.0373 | 0.0027 | 0.0375 | 0.0080 | 3.7310 |
| 10 | 0.0030 | 0.1308 | 0.0030 | 0.1307 | 0.0079 | 0.5251 |
| เฉลี่ย | 0.0043 | 0.0998 | 0.0043 | 0.0999 | 0.0062 | 0.9486 |

ตารางที่ ก.13 แสดงการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดและสัญญาณรบกวนเนื่องจากพื้นฐร
 ระชนิดขาวแบบเกาส์ โดยออกแบบหรือเรียนรู้สัญญาณรบกวนที่ค่าความแปรปรวนเท่ากับ $0.5 N^2$
 (ค่าความแปรปรวนของสัญญาณรบกวนเท่ากับ $0.5 N^2$)

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชีชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|-----------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 1 | 0.0054 | 0.2343 | 0.0054 | 0.2333 | 0.0086 | 1.0851 |
| 2 | 0.0052 | 0.0513 | 0.0052 | 0.0513 | 0.0060 | 0.3111 |
| 3 | 0.0073 | 0.1744 | 0.0072 | 0.1758 | 0.0107 | 1.1689 |
| 4 | 0.0071 | 0.0762 | 0.0070 | 0.0762 | 0.0088 | 1.1620 |
| 5 | 0.0068 | 0.0825 | 0.0068 | 0.0827 | 0.0057 | 1.4019 |
| 6 | 0.0042 | 0.1419 | 0.0042 | 0.1418 | 0.0086 | 1.4376 |
| 7 | 0.0061 | 0.0765 | 0.0061 | 0.0767 | 0.0092 | 1.3904 |
| 8 | 0.0064 | 0.1281 | 0.0063 | 0.1287 | 0.0070 | 1.2264 |
| 9 | 0.0071 | 0.0826 | 0.0071 | 0.0832 | 0.0060 | 1.4219 |
| 10 | 0.0070 | 0.1435 | 0.0069 | 0.1436 | 0.0069 | 0.5644 |
| เฉลี่ย | 0.0063 | 0.1191 | 0.0062 | 0.1193 | 0.0078 | 1.1170 |

ตารางที่ ก.14 แสดงการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดและสัญญาณรบกวนเนื่องจากพื้นฐ
 ษระชนิดขาวแบบเกาส์ โดยออกแบบหรือเรียนรู้สัญญาณรบกวนที่ค่าความแปรปรวนเท่ากับ $0.5 N^2$
 (ค่าความแปรปรวนของสัญญาณรบกวนเท่ากับ $1 N^2$)

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|---------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 1 | 0.0102 | 0.1189 | 0.0102 | 0.1198 | 0.0113 | 0.7838 |
| 2 | 0.0117 | 0.1834 | 0.0116 | 0.1837 | 0.0105 | 1.3122 |
| 3 | 0.0114 | 0.1312 | 0.0113 | 0.1316 | 0.0154 | 0.9616 |
| 4 | 0.0090 | 0.1897 | 0.0089 | 0.1902 | 0.0117 | 2.8554 |
| 5 | 0.0135 | 0.2399 | 0.0134 | 0.2400 | 0.0151 | 1.8937 |
| 6 | 0.0129 | 0.1466 | 0.0127 | 0.1465 | 0.0136 | 0.9273 |
| 7 | 0.0110 | 0.3290 | 0.0109 | 0.3291 | 0.0135 | 2.2393 |
| 8 | 0.0128 | 0.1911 | 0.0129 | 0.1917 | 0.0184 | 1.1699 |
| 9 | 0.0149 | 0.4680 | 0.0149 | 0.4702 | 0.0165 | 1.2343 |
| 10 | 0.0109 | 0.3480 | 0.0109 | 0.3479 | 0.0133 | 1.1841 |
| เฉลี่ย | 0.0118 | 0.2346 | 0.0118 | 0.2351 | 0.0139 | 1.4562 |

ตารางที่ ก.15 แสดงการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดชนิดขาวแบบเกาส์และสัญญาณ
 รบกวนเนื่องจากการกีดกันชนิดสี่แบบเกาส์ โดยที่ค่าความแปรปรวนของสัญญาณรบกวนเท่ากับ $0.1 N^2$

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|---------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 1 | 0.0102 | 0.1189 | 0.0102 | 0.1198 | 0.0113 | 0.7838 |
| 2 | 0.0117 | 0.1834 | 0.0116 | 0.1837 | 0.0105 | 1.3122 |
| 3 | 0.0114 | 0.1312 | 0.0113 | 0.1316 | 0.0154 | 0.9616 |
| 4 | 0.0090 | 0.1897 | 0.0089 | 0.1902 | 0.0117 | 2.8554 |
| 5 | 0.0135 | 0.2399 | 0.0134 | 0.2400 | 0.0151 | 1.8937 |
| 6 | 0.0129 | 0.1466 | 0.0127 | 0.1465 | 0.0136 | 0.9273 |
| 7 | 0.0110 | 0.3290 | 0.0109 | 0.3291 | 0.0135 | 2.2393 |
| 8 | 0.0128 | 0.1911 | 0.0129 | 0.1917 | 0.0184 | 1.1699 |
| 9 | 0.0149 | 0.4680 | 0.0149 | 0.4702 | 0.0165 | 1.2343 |
| 10 | 0.0109 | 0.3480 | 0.0109 | 0.3479 | 0.0133 | 1.1841 |
| เฉลี่ย | 0.0118 | 0.2346 | 0.0118 | 0.2351 | 0.0139 | 1.4562 |

ตารางที่ ก.16 แสดงการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดชนิดขาวแบบเกาส์และสัญญาณรบกวนเนื่องจากการลดค่าความคลาดเคลื่อนแบบเกาส์ โดยที่ความแปรปรวนของสัญญาณรบกวนเท่ากับ $0.2 N^2$

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชีชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|-----------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 1 | 0.0059 | 0.1515 | 0.0059 | 0.1498 | 0.0201 | 5.1005 |
| 2 | 0.0051 | 0.0905 | 0.0052 | 0.0900 | 0.0132 | 1.2609 |
| 3 | 0.0086 | 0.2487 | 0.0087 | 0.2465 | 0.0164 | 2.2282 |
| 4 | 0.0104 | 0.6902 | 0.0105 | 0.6806 | 0.0261 | 6.6143 |
| 5 | 0.0039 | 0.0821 | 0.0039 | 0.0815 | 0.0204 | 1.1242 |
| 6 | 0.0047 | 0.0884 | 0.0047 | 0.0876 | 0.0186 | 1.4721 |
| 7 | 0.0038 | 0.0874 | 0.0039 | 0.0863 | 0.0247 | 4.0236 |
| 8 | 0.0056 | 0.0864 | 0.0056 | 0.0862 | 0.0215 | 0.9773 |
| 9 | 0.0040 | 0.0587 | 0.0040 | 0.0583 | 0.0156 | 1.4185 |
| 10 | 0.0069 | 0.0940 | 0.0069 | 0.0935 | 0.0301 | 4.1335 |
| เฉลี่ย | 0.0059 | 0.1678 | 0.0059 | 0.1660 | 0.0207 | 2.8353 |

ตารางที่ ก.17 แสดงการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดชนิดขาวแบบเกาส์และสัญญาณรบกวนเนื่องจากการลดค่าความคลาดเคลื่อนแบบเกาส์ โดยที่ความแปรปรวนของสัญญาณรบกวนเท่ากับ $0.4 N^2$

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชีชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|-----------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 1 | 0.0078 | 0.2529 | 0.0078 | 0.2509 | 0.0175 | 4.5501 |
| 2 | 0.0063 | 0.1435 | 0.0063 | 0.1423 | 0.0181 | 2.2477 |
| 3 | 0.0068 | 0.1559 | 0.0068 | 0.1545 | 0.0377 | 2.0975 |
| 4 | 0.0053 | 0.2155 | 0.0053 | 0.2133 | 0.0278 | 2.1118 |
| 5 | 0.0066 | 0.2838 | 0.0066 | 0.2807 | 0.0236 | 1.0923 |
| 6 | 0.0082 | 0.2401 | 0.0081 | 0.2356 | 0.0325 | 1.4209 |
| 7 | 0.0069 | 0.1521 | 0.0069 | 0.1507 | 0.0273 | 3.4970 |
| 8 | 0.0056 | 0.5401 | 0.0056 | 0.5336 | 0.0219 | 5.5129 |
| 9 | 0.0053 | 0.2316 | 0.0053 | 0.2287 | 0.0288 | 1.6711 |
| 10 | 0.0096 | 0.4506 | 0.0096 | 0.4463 | 0.0243 | 7.4504 |
| เฉลี่ย | 0.0068 | 0.2666 | 0.0068 | 0.2637 | 0.0260 | 3.1652 |

ตารางที่ ก.18 แสดงการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดชนิดขาวแบบเกาส์และสัญญาณรบกวนเนื่องจากลมพัดก้านชนิดสี่แบบเกาส์ โดยที่ความแปรปรวนของสัญญาณรบกวนเท่ากับ $0.5 N^2$

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|---------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 1 | 0.0070 | 0.2211 | 0.0068 | 0.2203 | 0.0243 | 1.4324 |
| 2 | 0.0152 | 0.3886 | 0.0149 | 0.3855 | 0.0464 | 6.7518 |
| 3 | 0.0078 | 0.2330 | 0.0077 | 0.2326 | 0.0179 | 2.3557 |
| 4 | 0.0074 | 0.3372 | 0.0073 | 0.3382 | 0.0362 | 5.1278 |
| 5 | 0.0059 | 0.1462 | 0.0058 | 0.1400 | 0.0222 | 1.8736 |
| 6 | 0.0074 | 0.5067 | 0.0073 | 0.5041 | 0.0356 | 4.5293 |
| 7 | 0.0056 | 0.0983 | 0.0054 | 0.0985 | 0.0175 | 4.2723 |
| 8 | 0.0040 | 0.0703 | 0.0040 | 0.0706 | 0.0211 | 1.0598 |
| 9 | 0.0058 | 0.1563 | 0.0057 | 0.1564 | 0.0276 | 2.1263 |
| 10 | 0.0072 | 0.2566 | 0.0070 | 0.2653 | 0.0159 | 2.4339 |
| เฉลี่ย | 0.0073 | 0.2414 | 0.0072 | 0.2412 | 0.0265 | 3.1963 |

ตารางที่ ก.19 แสดงการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดชนิดขาวแบบเกาส์และสัญญาณรบกวนเนื่องจากลมพัดก้านชนิดสี่แบบเกาส์ โดยออกแบบหรือเรียนรู้สัญญาณรบกวนที่ค่าความแปรปรวนเท่ากับ $0.2 N^2$ (ความแปรปรวนของสัญญาณรบกวนเท่ากับ $0.1 N^2$)

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|---------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 1 | 0.0070 | 0.2211 | 0.0068 | 0.2203 | 0.0203 | 1.4324 |
| 2 | 0.0152 | 0.3886 | 0.0149 | 0.3855 | 0.0364 | 6.7518 |
| 3 | 0.0078 | 0.2330 | 0.0077 | 0.2326 | 0.0179 | 2.3557 |
| 4 | 0.0074 | 0.3372 | 0.0073 | 0.3382 | 0.0362 | 5.1278 |
| 5 | 0.0059 | 0.1462 | 0.0058 | 0.1400 | 0.0222 | 1.8736 |
| 6 | 0.0074 | 0.5067 | 0.0073 | 0.5041 | 0.0356 | 4.5293 |
| 7 | 0.0056 | 0.0983 | 0.0054 | 0.0985 | 0.0175 | 4.2723 |
| 8 | 0.0040 | 0.0703 | 0.0040 | 0.0706 | 0.0201 | 1.0598 |
| 9 | 0.0058 | 0.1563 | 0.0057 | 0.1564 | 0.0276 | 2.1263 |
| 10 | 0.0072 | 0.2566 | 0.0070 | 0.2653 | 0.0159 | 2.4339 |
| เฉลี่ย | 0.0073 | 0.2414 | 0.0072 | 0.2412 | 0.0250 | 3.1963 |

ตารางที่ ก.20 แสดงการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดชนิดขาวแบบเกาส์และสัญญาณรบกวนเนื่องจากลมพัดก้านชนิดสี่แบบเกาส์ โดยออกแบบหรือเรียนรู้สัญญาณรบกวนที่ค่าความแปรปรวนเท่ากับ $0.2 N^2$ (ความแปรปรวนของสัญญาณรบกวนเท่ากับ $0.2 N^2$)

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวดเซยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|---------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|----------------------------|---------------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 1 | 0.0029 | 0.1051 | 0.0029 | 0.1038 | 0.0297 | 1.3880 |
| 2 | 0.0045 | 0.0978 | 0.0045 | 0.0969 | 0.0169 | 1.2304 |
| 3 | 0.0030 | 0.0310 | 0.0030 | 0.0309 | 0.0121 | 2.2633 |
| 4 | 0.0033 | 0.1408 | 0.0033 | 0.1384 | 0.0204 | 1.5172 |
| 5 | 0.0034 | 0.0923 | 0.0034 | 0.0914 | 0.0149 | 3.7747 |
| 6 | 0.0043 | 0.0938 | 0.0043 | 0.0935 | 0.0187 | 1.2188 |
| 7 | 0.0049 | 0.1273 | 0.0049 | 0.1270 | 0.0236 | 2.2603 |
| 8 | 0.0077 | 0.1760 | 0.0078 | 0.1759 | 0.0193 | 2.0229 |
| 9 | 0.0038 | 0.1226 | 0.0038 | 0.1211 | 0.0231 | 1.5914 |
| 10 | 0.0042 | 0.0964 | 0.0042 | 0.0955 | 0.0232 | 0.9735 |
| เฉลี่ย | 0.0042 | 0.1083 | 0.0042 | 0.1074 | 0.0202 | 1.8241 |

ตารางที่ ก.21 แสดงการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดชนิดขาวแบบเกาส์และสัญญาณรบกวนเนื่องจากลมพัดก้านชนิดสี่แบบเกาส์ โดยออกแบบหรือเรียนรู้สัญญาณรบกวนที่ค่าความแปรปรวนเท่ากับ $0.2 N^2$ (ความแปรปรวนของสัญญาณรบกวนเท่ากับ $0.4 N^2$)

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวดเซยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|---------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|----------------------------|---------------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 1 | 0.0148 | 0.4197 | 0.0149 | 0.4169 | 0.0448 | 4.6647 |
| 2 | 0.0049 | 0.1041 | 0.0049 | 0.1024 | 0.0230 | 4.6387 |
| 3 | 0.0053 | 0.0963 | 0.0054 | 0.0963 | 0.0189 | 2.2035 |
| 4 | 0.0087 | 0.1119 | 0.0088 | 0.1110 | 0.0259 | 1.3814 |
| 5 | 0.0044 | 0.1235 | 0.0045 | 0.1222 | 0.0123 | 0.4225 |
| 6 | 0.0085 | 0.3118 | 0.0085 | 0.3077 | 0.0398 | 1.4497 |
| 7 | 0.0055 | 0.1263 | 0.0055 | 0.1252 | 0.0349 | 2.9911 |
| 8 | 0.0066 | 0.1841 | 0.0066 | 0.1828 | 0.0250 | 0.9204 |
| 9 | 0.0044 | 0.1722 | 0.0044 | 0.1704 | 0.0349 | 1.6747 |
| 10 | 0.0064 | 0.1088 | 0.0064 | 0.1082 | 0.0359 | 3.8786 |
| เฉลี่ย | 0.0070 | 0.1759 | 0.0070 | 0.1743 | 0.0295 | 2.4225 |

ตารางที่ ก.22 แสดงการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดชนิดขาวแบบเกาส์และสัญญาณรบกวนเนื่องจากพื้นขรุขระชนิดสี่แบบเกาส์ โดยที่ความแปรปรวนของสัญญาณรบกวนเท่ากับ 0.1 N^2

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|---------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | | |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | Jt | Jp |
| 1 | 0.0070 | 0.2211 | 0.0068 | 0.2203 | 0.0243 | 1.4324 |
| 2 | 0.0152 | 0.3886 | 0.0149 | 0.3855 | 0.0464 | 6.7518 |
| 3 | 0.0078 | 0.2330 | 0.0077 | 0.2326 | 0.0179 | 2.3557 |
| 4 | 0.0074 | 0.3372 | 0.0073 | 0.3382 | 0.0362 | 5.1278 |
| 5 | 0.0059 | 0.1462 | 0.0058 | 0.1400 | 0.0222 | 1.8736 |
| 6 | 0.0074 | 0.5067 | 0.0073 | 0.5041 | 0.0356 | 4.5293 |
| 7 | 0.0056 | 0.0983 | 0.0054 | 0.0985 | 0.0175 | 4.2723 |
| 8 | 0.0040 | 0.0703 | 0.0040 | 0.0706 | 0.0211 | 1.0598 |
| 9 | 0.0058 | 0.1563 | 0.0057 | 0.1564 | 0.0276 | 2.1263 |
| 10 | 0.0072 | 0.2566 | 0.0070 | 0.2653 | 0.0159 | 2.4339 |
| เฉลี่ย | 0.0073 | 0.2414 | 0.0072 | 0.2412 | 0.0265 | 3.1963 |

ตารางที่ ก.23 แสดงการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดชนิดขาวแบบเกาส์และสัญญาณรบกวนเนื่องจากพื้นขรุขระชนิดสี่แบบเกาส์ โดยที่ความแปรปรวนของสัญญาณรบกวนเท่ากับ 0.5 N^2

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|---------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | | |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | Jt | Jp |
| 1 | 0.0067 | 0.0973 | 0.0067 | 0.0968 | 0.0099 | 4.6468 |
| 2 | 0.0036 | 0.0531 | 0.0036 | 0.0530 | 0.0082 | 2.0188 |
| 3 | 0.0034 | 0.0726 | 0.0033 | 0.0727 | 0.0037 | 2.0066 |
| 4 | 0.0032 | 0.0838 | 0.0032 | 0.0837 | 0.0075 | 0.4832 |
| 5 | 0.0037 | 0.0707 | 0.0037 | 0.0705 | 0.0141 | 1.6979 |
| 6 | 0.0028 | 0.2568 | 0.0028 | 0.2591 | 0.0069 | 0.3949 |
| 7 | 0.0024 | 0.0625 | 0.0024 | 0.0629 | 0.0103 | 4.5533 |
| 8 | 0.0048 | 0.1131 | 0.0047 | 0.1147 | 0.0112 | 7.0049 |
| 9 | 0.0063 | 0.1316 | 0.0063 | 0.1310 | 0.0100 | 0.8541 |
| 10 | 0.0025 | 0.0621 | 0.0024 | 0.0620 | 0.0124 | 9.1463 |
| เฉลี่ย | 0.0039 | 0.1004 | 0.0039 | 0.1006 | 0.0094 | 3.2807 |

ตารางที่ ก.24 แสดงการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดชนิดขาวแบบเกาส์และสัญญาณรบกวนเนื่องจากพื้นรุกรณะชนิดสี่แบบเกาส์ โดยที่ความแปรปรวนของสัญญาณรบกวนเท่ากับ 1 N^2

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชีชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|-----------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 1 | 0.0026 | 0.0441 | 0.0026 | 0.0433 | 0.0080 | 5.0572 |
| 2 | 0.0045 | 0.0976 | 0.0045 | 0.0959 | 0.0071 | 8.1823 |
| 3 | 0.0037 | 0.1338 | 0.0037 | 0.1319 | 0.0111 | 3.8000 |
| 4 | 0.0052 | 0.1682 | 0.0052 | 0.1658 | 0.0084 | 2.8938 |
| 5 | 0.0039 | 0.1397 | 0.0040 | 0.1402 | 0.0068 | 6.0015 |
| 6 | 0.0058 | 0.0854 | 0.0058 | 0.0848 | 0.0110 | 3.5375 |
| 7 | 0.0045 | 0.0872 | 0.0045 | 0.0867 | 0.0143 | 0.9247 |
| 8 | 0.0046 | 0.1369 | 0.0046 | 0.1346 | 0.0135 | 3.3497 |
| 9 | 0.0037 | 0.1013 | 0.0037 | 0.1003 | 0.0111 | 2.9701 |
| 10 | 0.0042 | 0.0915 | 0.0042 | 0.0950 | 0.0130 | 4.2396 |
| เฉลี่ย | 0.0043 | 0.1086 | 0.0043 | 0.1079 | 0.0104 | 4.0956 |

ตารางที่ ก.25 แสดงการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดชนิดขาวแบบเกาส์และสัญญาณรบกวนเนื่องจากพื้นรุกรณะชนิดสี่แบบเกาส์ โดยที่ความแปรปรวนของสัญญาณรบกวนเท่ากับ 1.5 N^2

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชีชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|-----------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 1 | 0.0036 | 0.1448 | 0.0036 | 0.1442 | 0.0103 | 1.8272 |
| 2 | 0.0056 | 0.1115 | 0.0056 | 0.1115 | 0.0106 | 4.6879 |
| 3 | 0.0053 | 0.1007 | 0.0053 | 0.1004 | 0.0100 | 6.3345 |
| 4 | 0.0055 | 0.0999 | 0.0055 | 0.0997 | 0.0113 | 6.0712 |
| 5 | 0.0061 | 0.0978 | 0.0061 | 0.0976 | 0.0097 | 2.7052 |
| 6 | 0.0069 | 0.1034 | 0.0069 | 0.1033 | 0.0123 | 6.4993 |
| 7 | 0.0038 | 0.0722 | 0.0038 | 0.0720 | 0.0102 | 5.4870 |
| 8 | 0.0058 | 0.0724 | 0.0058 | 0.0723 | 0.0125 | 6.8779 |
| 9 | 0.0067 | 0.1608 | 0.0067 | 0.1594 | 0.0118 | 7.7101 |
| 10 | 0.0059 | 0.1773 | 0.0059 | 0.1770 | 0.0103 | 2.5320 |
| เฉลี่ย | 0.0055 | 0.1141 | 0.0055 | 0.1137 | 0.0109 | 5.0732 |

ตารางที่ ก.26 แสดงการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดชนิดขาวแบบเกาส์และสัญญาณรบกวนเนื่องจากพื้นขรุขระชนิดสี่แบบเกาส์ โดยออกแบบหรือเรียนรู้สัญญาณรบกวนที่ค่าความแปรปรวนเท่ากับ $0.5 N^2$ (ความแปรปรวนของสัญญาณรบกวนเท่ากับ $0.1 N^2$)

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|---------------------------------|--------|----------------------------|--------|-----------------------------|--------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 1 | 0.0035 | 0.0873 | 0.0034 | 0.0872 | 0.0106 | 3.6291 |
| 2 | 0.0040 | 0.0805 | 0.0040 | 0.0801 | 0.0098 | 3.3004 |
| 3 | 0.0041 | 0.0572 | 0.0041 | 0.0570 | 0.0079 | 2.4328 |
| 4 | 0.0033 | 0.1040 | 0.0033 | 0.1039 | 0.0107 | 4.7334 |
| 5 | 0.0025 | 0.0341 | 0.0025 | 0.0342 | 0.0094 | 2.4312 |
| 6 | 0.0037 | 0.1122 | 0.0036 | 0.1120 | 0.0102 | 1.5017 |
| 7 | 0.0036 | 0.1118 | 0.0035 | 0.1128 | 0.0118 | 1.9054 |
| 8 | 0.0036 | 0.0782 | 0.0036 | 0.0780 | 0.0058 | 3.2818 |
| 9 | 0.0045 | 0.1568 | 0.0045 | 0.1560 | 0.0093 | 2.5744 |
| 10 | 0.0041 | 0.0624 | 0.0041 | 0.0622 | 0.0075 | 3.0529 |
| เฉลี่ย | 0.0037 | 0.0885 | 0.0037 | 0.0883 | 0.0093 | 2.8843 |

ตารางที่ ก.27 แสดงการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดชนิดขาวแบบเกาส์และสัญญาณรบกวนเนื่องจากพื้นขรุขระชนิดสี่แบบเกาส์ โดยออกแบบหรือเรียนรู้สัญญาณรบกวนที่ค่าความแปรปรวนเท่ากับ $0.5 N^2$ (ความแปรปรวนของสัญญาณรบกวนเท่ากับ $0.5 N^2$)

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|---------------------------------|--------|----------------------------|--------|-----------------------------|---------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 1 | 0.0045 | 0.2143 | 0.0044 | 0.2156 | 0.0127 | 1.3487 |
| 2 | 0.0028 | 0.0523 | 0.0028 | 0.0522 | 0.0087 | 1.8341 |
| 3 | 0.0030 | 0.0933 | 0.0030 | 0.0937 | 0.0067 | 3.6593 |
| 4 | 0.0030 | 0.1689 | 0.0030 | 0.1712 | 0.0062 | 7.4964 |
| 5 | 0.0035 | 0.1099 | 0.0034 | 0.1113 | 0.0068 | 13.5435 |
| 6 | 0.0049 | 0.0671 | 0.0049 | 0.0668 | 0.0063 | 1.7473 |
| 7 | 0.0048 | 0.1328 | 0.0048 | 0.1340 | 0.0133 | 2.8560 |
| 8 | 0.0044 | 0.0486 | 0.0044 | 0.0484 | 0.0078 | 1.7690 |
| 9 | 0.0046 | 0.1466 | 0.0046 | 0.1469 | 0.0120 | 3.4994 |
| 10 | 0.0035 | 0.0701 | 0.0035 | 0.0701 | 0.0106 | 1.6124 |
| เฉลี่ย | 0.0039 | 0.1104 | 0.0039 | 0.1110 | 0.0091 | 3.9366 |

ตารางที่ ก.28 แสดงการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดชนิดขาวแบบเกาส์และสัญญาณรบกวนเนื่องจากพื้นขรุขระชนิดสี่แบบเกาส์ โดยออกแบบหรือเรียนรู้สัญญาณรบกวนที่ค่าความแปรปรวนเท่ากับ $0.5 N^2$ (ความแปรปรวนของสัญญาณรบกวนเท่ากับ $1.5 N^2$)

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|---------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 1 | 0.0049 | 0.0599 | 0.0049 | 0.0595 | 0.0135 | 5.6736 |
| 2 | 0.0029 | 0.0986 | 0.0029 | 0.0982 | 0.0074 | 3.2050 |
| 3 | 0.0046 | 0.1489 | 0.0045 | 0.1488 | 0.0110 | 4.3737 |
| 4 | 0.0049 | 0.0471 | 0.0049 | 0.0467 | 0.0146 | 7.1503 |
| 5 | 0.0042 | 0.0680 | 0.0042 | 0.0674 | 0.0130 | 4.9710 |
| 6 | 0.0045 | 0.0943 | 0.0045 | 0.0941 | 0.0103 | 5.3558 |
| 7 | 0.0032 | 0.0806 | 0.0032 | 0.0806 | 0.0089 | 2.6641 |
| 8 | 0.0059 | 0.1265 | 0.0058 | 0.1267 | 0.0104 | 3.5299 |
| 9 | 0.0046 | 0.0802 | 0.0046 | 0.0801 | 0.0108 | 5.2900 |
| 10 | 0.0040 | 0.1645 | 0.0040 | 0.1624 | 0.0114 | 4.4494 |
| เฉลี่ย | 0.0044 | 0.0969 | 0.0044 | 0.0965 | 0.0111 | 4.6663 |

ตารางที่ ก.29 แสดงการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดชนิดสี่แบบเกาส์และสัญญาณรบกวนเนื่องจากลมพัดก้านชนิดขาวแบบเกาส์ที่มีความแปรปรวนเท่ากับ $0.1 N^2$

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|---------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 1 | 0.0032 | 0.1987 | 0.0032 | 0.1969 | 0.0035 | 0.2679 |
| 2 | 0.0023 | 0.0741 | 0.0023 | 0.0729 | 0.0046 | 1.2509 |
| 3 | 0.0035 | 0.1069 | 0.0036 | 0.1062 | 0.0043 | 0.2165 |
| 4 | 0.0019 | 0.0523 | 0.0019 | 0.0514 | 0.0071 | 3.5667 |
| 5 | 0.0026 | 0.0510 | 0.0026 | 0.0504 | 0.0036 | 0.4217 |
| 6 | 0.0024 | 0.0445 | 0.0024 | 0.0445 | 0.0073 | 1.2397 |
| 7 | 0.0033 | 0.0668 | 0.0033 | 0.0660 | 0.0040 | 0.2402 |
| 8 | 0.0028 | 0.1635 | 0.0028 | 0.1625 | 0.0035 | 0.5511 |
| 9 | 0.0022 | 0.2117 | 0.0022 | 0.2102 | 0.0043 | 0.3733 |
| 10 | 0.0020 | 0.0740 | 0.0020 | 0.0732 | 0.0059 | 0.5868 |
| เฉลี่ย | 0.0026 | 0.1044 | 0.0026 | 0.1034 | 0.0048 | 0.8715 |

ตารางที่ ก.30 แสดงการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดชนิดสี่แบบเกาส์และสัญญาณรบกวน
เนื่องจากลมพัดก้านชนิดขาวแบบเกาส์ที่มีความแปรปรวนเท่ากับ $0.2 N^2$

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชีชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|-----------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 1 | 0.0055 | 0.2973 | 0.0055 | 0.2981 | 0.0076 | 1.0641 |
| 2 | 0.0061 | 0.1242 | 0.0062 | 0.1234 | 0.0063 | 0.9018 |
| 3 | 0.0058 | 0.8428 | 0.0058 | 0.8398 | 0.0104 | 4.7022 |
| 4 | 0.0049 | 0.1487 | 0.0050 | 0.1487 | 0.0074 | 0.6555 |
| 5 | 0.0087 | 0.8131 | 0.0087 | 0.8133 | 0.0094 | 1.2426 |
| 6 | 0.0070 | 0.3640 | 0.0070 | 0.3629 | 0.0154 | 3.8261 |
| 7 | 0.0043 | 0.3844 | 0.0043 | 0.3825 | 0.0051 | 0.9447 |
| 8 | 0.0050 | 0.1760 | 0.0050 | 0.1752 | 0.0056 | 0.2383 |
| 9 | 0.0071 | 1.7996 | 0.0071 | 1.7982 | 0.0175 | 3.6673 |
| 10 | 0.0054 | 0.2710 | 0.0054 | 0.2711 | 0.0106 | 3.1406 |
| เฉลี่ย | 0.0060 | 0.5221 | 0.0060 | 0.5213 | 0.0095 | 2.0383 |

ตารางที่ ก.31 แสดงการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดชนิดสี่แบบเกาส์และสัญญาณรบกวน
เนื่องจากลมพัดก้านชนิดขาวแบบเกาส์ที่มีความแปรปรวนเท่ากับ $0.4 N^2$

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชีชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|-----------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 1 | 0.0230 | 1.4688 | 0.0230 | 1.4495 | 0.0337 | 8.5946 |
| 2 | 0.0113 | 0.6721 | 0.0113 | 0.6698 | 0.0335 | 1.7421 |
| 3 | 0.0234 | 0.7545 | 0.0234 | 0.7492 | 0.0292 | 1.6185 |
| 4 | 0.0242 | 0.6142 | 0.0242 | 0.6142 | 0.0213 | 1.4708 |
| 5 | 0.0401 | 2.9956 | 0.0401 | 2.9932 | 0.0324 | 2.8561 |
| 6 | 0.0217 | 1.2672 | 0.0217 | 1.2658 | 0.0221 | 4.5633 |
| 7 | 0.0111 | 0.7277 | 0.0111 | 0.7277 | 0.0179 | 1.4719 |
| 8 | 0.0371 | 1.0626 | 0.0371 | 1.0625 | 0.0239 | 7.9683 |
| 9 | 0.0439 | 3.5571 | 0.0439 | 3.5708 | 0.0340 | 7.8606 |
| 10 | 0.0216 | 0.6885 | 0.0216 | 0.6885 | 0.0106 | 5.6317 |
| เฉลี่ย | 0.0257 | 1.3808 | 0.0257 | 1.3791 | 0.0259 | 4.3778 |

ตารางที่ ก.32 แสดงการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดชนิดสี่แบบเกาส์และสัญญาณรบกวน
เนื่องจากลมพัดก้านชนิดขาวแบบเกาส์ที่มีความแปรปรวนเท่ากับ $0.5 N^2$

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|---------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|----------------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 1 | 0.0544 | 2.0712 | 0.0544 | 2.0712 | 0.0310 | 8.3564 |
| 2 | 0.0181 | 0.4256 | 0.0181 | 0.4241 | 0.0858 | 20.5026 |
| 3 | 0.0508 | 3.3840 | 0.0508 | 3.3840 | 0.0131 | 1.6545 |
| 4 | 0.0158 | 8.5238 | 0.0158 | 8.5238 | 0.0218 | 6.7406 |
| 5 | 0.0142 | 0.6182 | 0.0142 | 0.6177 | 0.0391 | 7.1775 |
| 6 | 0.0438 | 2.2619 | 0.0438 | 2.2590 | 0.0432 | 12.3705 |
| 7 | 0.0209 | 0.3449 | 0.0209 | 0.3449 | 0.0623 | 32.6164 |
| 8 | 0.1404 | 7.6862 | 0.1404 | 7.6862 | 0.0493 | 18.2611 |
| 9 | 0.0341 | 0.6581 | 0.0341 | 0.6581 | 0.0335 | 9.6073 |
| 10 | 0.0416 | 3.2016 | 0.0416 | 3.2016 | 0.0181 | 8.6898 |
| เฉลี่ย | 0.0434 | 2.9176 | 0.0434 | 2.9171 | 0.0397 | 12.5977 |

ตารางที่ ก.33 แสดงการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดชนิดสี่แบบเกาส์และสัญญาณรบกวน
เนื่องจากลมพัดก้านชนิดขาวแบบเกาส์ โดยออกแบบหรือเรียนรู้สัญญาณรบกวนที่ค่าความแปรปรวนเท่า
กับ $0.2 N^2$ (ความแปรปรวนของสัญญาณรบกวนเท่ากับ $0.1 N^2$)

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|---------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 1 | 0.0040 | 0.2164 | 0.0040 | 0.2188 | 0.0027 | 0.3266 |
| 2 | 0.0025 | 0.1454 | 0.0025 | 0.1454 | 0.0042 | 0.4805 |
| 3 | 0.0022 | 0.1361 | 0.0022 | 0.1361 | 0.0050 | 0.6160 |
| 4 | 0.0043 | 0.1175 | 0.0043 | 0.1175 | 0.0032 | 0.1806 |
| 5 | 0.0033 | 0.1306 | 0.0033 | 0.1306 | 0.0030 | 0.4178 |
| 6 | 0.0027 | 0.0808 | 0.0027 | 0.0808 | 0.0034 | 0.3903 |
| 7 | 0.0036 | 0.2298 | 0.0036 | 0.2303 | 0.0036 | 0.7111 |
| 8 | 0.0052 | 0.2753 | 0.0052 | 0.2770 | 0.0085 | 3.4140 |
| 9 | 0.0018 | 0.0415 | 0.0018 | 0.0415 | 0.0042 | 0.1910 |
| 10 | 0.0042 | 0.1005 | 0.0042 | 0.1005 | 0.0052 | 0.4683 |
| เฉลี่ย | 0.0034 | 0.1474 | 0.0034 | 0.1479 | 0.0043 | 0.7196 |

ตารางที่ ก.34 แสดงการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดชนิดสี่แบบเกาส์และสัญญาณรบกวน
เนื่องจากลมพัดก้านชนิดขาวแบบเกาส์ โดยออกแบบหรือเรียนรู้สัญญาณรบกวนที่ค่าความ
แปรปรวนเท่ากับ $0.2 N^2$ (ความแปรปรวนของสัญญาณรบกวนเท่ากับ $0.2 N^2$)

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชีชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|-----------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 1 | 0.0028 | 0.1230 | 0.0028 | 0.1230 | 0.0035 | 0.9316 |
| 2 | 0.0075 | 0.6853 | 0.0075 | 0.6862 | 0.0070 | 1.1214 |
| 3 | 0.0054 | 0.1518 | 0.0054 | 0.1518 | 0.0118 | 2.9627 |
| 4 | 0.0082 | 0.7026 | 0.0082 | 0.7026 | 0.0056 | 1.1004 |
| 5 | 0.0095 | 0.7347 | 0.0095 | 0.7368 | 0.0129 | 0.9406 |
| 6 | 0.0076 | 0.9699 | 0.0076 | 0.9699 | 0.0117 | 1.6691 |
| 7 | 0.0057 | 0.6729 | 0.0057 | 0.6729 | 0.0101 | 4.2773 |
| 8 | 0.0071 | 1.0176 | 0.0071 | 1.0183 | 0.0073 | 0.4727 |
| 9 | 0.0081 | 0.5197 | 0.0081 | 0.5197 | 0.0070 | 2.3123 |
| 10 | 0.0066 | 0.1663 | 0.0066 | 0.1680 | 0.0181 | 5.8489 |
| เฉลี่ย | 0.0069 | 0.5744 | 0.0069 | 0.5749 | 0.0095 | 2.1637 |

ตารางที่ ก.35 แสดงการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดชนิดสี่แบบเกาส์และสัญญาณรบกวน
เนื่องจากลมพัดก้านชนิดขาวแบบเกาส์ โดยออกแบบหรือเรียนรู้สัญญาณรบกวนที่ค่า
ความแปรปรวนเท่ากับ $0.2 N^2$ (ความแปรปรวนของสัญญาณรบกวนเท่ากับ $0.5 N^2$)

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชีชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|-----------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 1 | 0.0217 | 1.5425 | 0.0217 | 1.5425 | 0.0287 | 5.2111 |
| 2 | 0.0170 | 0.3557 | 0.0170 | 0.3532 | 0.0171 | 1.1162 |
| 3 | 0.0204 | 0.4552 | 0.0204 | 0.4552 | 0.0282 | 7.1685 |
| 4 | 0.0262 | 1.0187 | 0.0262 | 1.0187 | 0.0133 | 2.5156 |
| 5 | 0.0146 | 0.8262 | 0.0146 | 0.8262 | 0.0233 | 7.9181 |
| 6 | 0.0384 | 3.1238 | 0.0384 | 3.1214 | 0.0474 | 9.9692 |
| 7 | 0.0204 | 1.8759 | 0.0204 | 1.8743 | 0.0352 | 10.3676 |
| 8 | 0.0389 | 2.2351 | 0.0389 | 2.2351 | 0.0228 | 1.9211 |
| 9 | 0.0391 | 1.5784 | 0.0391 | 1.5784 | 0.0401 | 1.9026 |
| 10 | 0.0253 | 1.5283 | 0.0253 | 1.5282 | 0.0214 | 2.5200 |
| เฉลี่ย | 0.0262 | 1.4540 | 0.0262 | 1.4533 | 0.0278 | 5.0610 |

ตารางที่ ก.36 แสดงการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดชนิดสี่แบบเกาส์และสัญญาณรบกวน
เนื่องจากพื้นขรุขระชนิดขาวแบบเกาส์ที่มีความแปรปรวนเท่ากับ $0.1 N^2$

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|---------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 1 | 0.0011 | 0.0587 | 0.0011 | 0.0587 | 0.0059 | 0.5339 |
| 2 | 0.0013 | 0.0388 | 0.0013 | 0.0388 | 0.0062 | 0.2365 |
| 3 | 0.0014 | 0.0225 | 0.0014 | 0.0209 | 0.0037 | 0.2204 |
| 4 | 0.0017 | 0.0510 | 0.0017 | 0.0510 | 0.0030 | 1.0977 |
| 5 | 0.0013 | 0.0138 | 0.0013 | 0.0138 | 0.0073 | 0.4599 |
| 6 | 0.0012 | 0.0553 | 0.0012 | 0.0537 | 0.0070 | 0.8149 |
| 7 | 0.0014 | 0.0225 | 0.0014 | 0.0225 | 0.0045 | 0.5690 |
| 8 | 0.0016 | 0.0437 | 0.0016 | 0.0415 | 0.0084 | 0.9584 |
| 9 | 0.0009 | 0.0149 | 0.0009 | 0.0149 | 0.0064 | 0.5663 |
| 10 | 0.0011 | 0.0228 | 0.0011 | 0.0228 | 0.0031 | 0.6273 |
| เฉลี่ย | 0.0013 | 0.0344 | 0.0013 | 0.0339 | 0.0056 | 0.6084 |

ตารางที่ ก.37 แสดงการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดชนิดสี่แบบเกาส์และสัญญาณรบกวน
เนื่องจากพื้นขรุขระชนิดขาวแบบเกาส์ที่มีความแปรปรวนเท่ากับ $0.5 N^2$

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|---------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 1 | 0.0025 | 0.0534 | 0.0025 | 0.0507 | 0.0107 | 0.5228 |
| 2 | 0.0034 | 0.1125 | 0.0034 | 0.1125 | 0.0083 | 0.8534 |
| 3 | 0.0043 | 0.0887 | 0.0043 | 0.0887 | 0.0099 | 0.7555 |
| 4 | 0.0035 | 0.0475 | 0.0035 | 0.0475 | 0.0144 | 0.8246 |
| 5 | 0.0036 | 0.1127 | 0.0036 | 0.1109 | 0.0109 | 1.4031 |
| 6 | 0.0036 | 0.1757 | 0.0036 | 0.1757 | 0.0083 | 0.8713 |
| 7 | 0.0030 | 0.0241 | 0.0030 | 0.0241 | 0.0093 | 0.2980 |
| 8 | 0.0039 | 0.0838 | 0.0039 | 0.0815 | 0.0064 | 0.7748 |
| 9 | 0.0029 | 0.0526 | 0.0029 | 0.0526 | 0.0136 | 1.0796 |
| 10 | 0.0024 | 0.0604 | 0.0024 | 0.0604 | 0.0082 | 1.5149 |
| เฉลี่ย | 0.0033 | 0.0811 | 0.0033 | 0.0805 | 0.0100 | 0.8898 |

ตารางที่ ก.38 แสดงการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดชนิดสี่แบบเกาส์และสัญญาณรบกวน
เนื่องจากพื้นขรุขระชนิดขาวแบบเกาส์ที่มีความแปรปรวนเท่ากับ $1 N^2$

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|---------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 1 | 0.0108 | 0.2651 | 0.0108 | 0.2651 | 0.0188 | 0.6195 |
| 2 | 0.0109 | 0.1065 | 0.0109 | 0.1065 | 0.0304 | 1.5643 |
| 3 | 0.0079 | 0.1588 | 0.0079 | 0.1580 | 0.0190 | 1.0868 |
| 4 | 0.0069 | 0.1794 | 0.0069 | 0.1774 | 0.0202 | 1.7418 |
| 5 | 0.0097 | 0.3783 | 0.0097 | 0.3783 | 0.0330 | 4.8744 |
| 6 | 0.0079 | 0.3178 | 0.0079 | 0.3162 | 0.0268 | 3.3578 |
| 7 | 0.0084 | 0.3773 | 0.0084 | 0.3761 | 0.0318 | 4.5215 |
| 8 | 0.0097 | 0.1436 | 0.0097 | 0.1415 | 0.0326 | 1.6111 |
| 9 | 0.0056 | 0.1896 | 0.0056 | 0.1877 | 0.0184 | 2.0021 |
| 10 | 0.0062 | 0.2927 | 0.0062 | 0.2927 | 0.0195 | 2.1893 |
| เฉลี่ย | 0.0084 | 0.2409 | 0.0084 | 0.2400 | 0.0251 | 2.3569 |

ตารางที่ ก.39 แสดงการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดชนิดสี่แบบเกาส์และสัญญาณรบกวน
เนื่องจากพื้นขรุขระชนิดขาวแบบเกาส์ที่มีความแปรปรวนเท่ากับ $1.5 N^2$

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|---------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 1 | 0.0115 | 0.1281 | 0.0115 | 0.1281 | 0.0345 | 0.6443 |
| 2 | 0.0204 | 0.3673 | 0.0204 | 0.3673 | 0.0559 | 2.2041 |
| 3 | 0.0197 | 0.4893 | 0.0197 | 0.4893 | 0.0475 | 3.8469 |
| 4 | 0.0195 | 0.2590 | 0.0195 | 0.2590 | 0.0596 | 1.9009 |
| 5 | 0.0268 | 0.6744 | 0.0268 | 0.6744 | 0.0774 | 7.6175 |
| 6 | 0.0145 | 0.5120 | 0.0145 | 0.5120 | 0.0545 | 3.4939 |
| 7 | 0.0192 | 0.2452 | 0.0192 | 0.2452 | 0.0544 | 1.8790 |
| 8 | 0.0214 | 0.3632 | 0.0214 | 0.3632 | 0.0632 | 2.2480 |
| 9 | 0.0166 | 0.4109 | 0.0166 | 0.4109 | 0.0441 | 3.1246 |
| 10 | 0.0117 | 0.5042 | 0.0117 | 0.5042 | 0.0356 | 2.9383 |
| เฉลี่ย | 0.0181 | 0.3954 | 0.0181 | 0.3954 | 0.0527 | 2.9898 |

ตารางที่ ก.40 แสดงการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดชนิดสี่แบบเกาส์และสัญญาณรบกวน เนื่องจากพื้นขรุขระชนิดขาวแบบเกาส์ โดยออกแบบหรือเรียนรู้สัญญาณรบกวนที่ค่าความแปรปรวนเท่ากับ $0.5 N^2$ (ความแปรปรวนของสัญญาณรบกวนเท่ากับ $0.1 N^2$)

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชีชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|-----------------------------------|--------|----------------------------|--------|-----------------------------|--------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 1 | 0.0015 | 0.0730 | 0.0015 | 0.0730 | 0.0064 | 1.7057 |
| 2 | 0.0006 | 0.0248 | 0.0006 | 0.0248 | 0.0026 | 0.5223 |
| 3 | 0.0015 | 0.0326 | 0.0015 | 0.0323 | 0.0047 | 0.6954 |
| 4 | 0.0017 | 0.0268 | 0.0017 | 0.0265 | 0.0051 | 0.3841 |
| 5 | 0.0014 | 0.0625 | 0.0014 | 0.0625 | 0.0036 | 1.4554 |
| 6 | 0.0021 | 0.0352 | 0.0021 | 0.0340 | 0.0065 | 0.4612 |
| 7 | 0.0015 | 0.0291 | 0.0015 | 0.0285 | 0.0056 | 0.3773 |
| 8 | 0.0010 | 0.0123 | 0.0010 | 0.0112 | 0.0078 | 0.2123 |
| 9 | 0.0012 | 0.0452 | 0.0012 | 0.0446 | 0.0061 | 0.8389 |
| 10 | 0.0008 | 0.0238 | 0.0008 | 0.0238 | 0.0037 | 0.5470 |
| เฉลี่ย | 0.0013 | 0.0365 | 0.0013 | 0.0361 | 0.0052 | 0.7200 |

ตารางที่ ก.41 แสดงการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดชนิดสี่แบบเกาส์และสัญญาณรบกวน เนื่องจากพื้นขรุขระชนิดขาวแบบเกาส์ โดยออกแบบหรือเรียนรู้สัญญาณรบกวนที่ค่าความแปรปรวนเท่ากับ $0.5 N^2$ (ความแปรปรวนของสัญญาณรบกวนเท่ากับ $0.5 N^2$)

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชีชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|-----------------------------------|--------|----------------------------|--------|-----------------------------|--------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 1 | 0.0024 | 0.0680 | 0.0024 | 0.0680 | 0.0090 | 0.9266 |
| 2 | 0.0046 | 0.1387 | 0.0046 | 0.1387 | 0.0211 | 1.9855 |
| 3 | 0.0023 | 0.0541 | 0.0023 | 0.0541 | 0.0084 | 0.5487 |
| 4 | 0.0033 | 0.0895 | 0.0033 | 0.0881 | 0.0142 | 0.8993 |
| 5 | 0.0040 | 0.0955 | 0.0040 | 0.0955 | 0.0138 | 1.1876 |
| 6 | 0.0030 | 0.1134 | 0.0030 | 0.1134 | 0.0096 | 1.1581 |
| 7 | 0.0026 | 0.0351 | 0.0026 | 0.0351 | 0.0112 | 0.6116 |
| 8 | 0.0029 | 0.0671 | 0.0029 | 0.0671 | 0.0091 | 1.0987 |
| 9 | 0.0027 | 0.0745 | 0.0027 | 0.0745 | 0.0110 | 0.8586 |
| 10 | 0.0015 | 0.0356 | 0.0015 | 0.0349 | 0.0074 | 0.4834 |
| เฉลี่ย | 0.0029 | 0.0772 | 0.0029 | 0.0769 | 0.0115 | 0.9758 |

ตารางที่ ก.42 แสดงการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดชนิดสี่เหลี่ยมและสัญญาณรบกวน
เนื่องจากพื้นขรุขระชนิดขาวแบบเกาส์ โดยออกแบบหรือเรียนรู้สัญญาณรบกวนที่ค่า
ความแปรปรวนเท่ากับ $0.5 N^2$ (ความแปรปรวนของสัญญาณรบกวนเท่ากับ $1 N^2$)

| ครั้งที่ | ตัวควบคุมพีชชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|----------|---------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 1 | 0.0091 | 0.3243 | 0.0091 | 0.3243 | 0.0307 | 3.4592 |
| 2 | 0.0089 | 0.2241 | 0.0089 | 0.2233 | 0.0284 | 2.3727 |
| 3 | 0.0105 | 0.2312 | 0.0105 | 0.2306 | 0.0364 | 2.1996 |
| 4 | 0.0096 | 0.2003 | 0.0096 | 0.1998 | 0.0281 | 2.7466 |
| 5 | 0.0093 | 0.0882 | 0.0093 | 0.0882 | 0.0341 | 1.9542 |
| 6 | 0.0068 | 0.2278 | 0.0068 | 0.2277 | 0.0271 | 2.4297 |
| 7 | 0.0097 | 0.3443 | 0.0097 | 0.3440 | 0.0463 | 3.2046 |
| 8 | 0.0062 | 0.0927 | 0.0062 | 0.0923 | 0.0207 | 1.2629 |
| 9 | 0.0081 | 0.1480 | 0.0081 | 0.1472 | 0.0315 | 1.9420 |
| 10 | 0.0089 | 0.3088 | 0.0089 | 0.3085 | 0.0395 | 2.5010 |
| เฉลี่ย | 0.0087 | 0.2190 | 0.0087 | 0.2186 | 0.0323 | 2.4073 |

ภาคผนวก ข

ตารางสรุปการลดผลของสัญญาณรบกวนระหว่างตัวกรองกาลมาน และตัวควบคุมพีชชีชนิดที่มีการปรับตัวโดยใช้ข่างานระบบประสาท

ตารางที่ ข.1 สรุปการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดและสัญญาณรบกวนเนื่องจากลมพัด ก้านชนิดขาวแบบเกาส์ เมื่อระบบมีสัญญาณรบกวนที่มีความแปรปรวนตรงกับค่าที่ออกแบบ

| ความแปรปรวน | ตัวควบคุมพีชชีชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|-------------|-----------------------------------|--------|----------------------------|--------|-----------------------------|--------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 0.1 | 0.0067 | 0.2133 | 0.0065 | 0.2151 | 0.0142 | 1.1105 |
| 0.2 | 0.0095 | 0.5075 | 0.0091 | 0.4899 | 0.0133 | 1.8665 |
| 0.4 | 0.0281 | 1.7095 | 0.0271 | 1.7048 | 0.0340 | 9.2737 |
| 0.5 | 0.0604 | 3.8141 | 0.0602 | 3.6861 | 0.0383 | 8.3192 |

ตารางที่ ข.2 สรุปการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดและสัญญาณรบกวนเนื่องจากลมพัด ก้านชนิดขาวแบบเกาส์ เมื่อออกแบบสำหรับสัญญาณรบกวนที่มีความแปรปรวนเท่ากับ $0.2 N^2$

| ความแปรปรวน | ตัวควบคุมพีชชีชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|-------------|-----------------------------------|--------|----------------------------|--------|-----------------------------|---------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 0.1 | 0.0060 | 0.2403 | 0.0057 | 0.2341 | 0.0122 | 1.2875 |
| 0.2 | 0.0104 | 0.6148 | 0.0101 | 0.6098 | 0.0164 | 2.6456 |
| 0.4 | 0.0285 | 1.4626 | 0.0282 | 1.4622 | 0.0401 | 11.5002 |

ตารางที่ ข.3 สรุปการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดและสัญญาณรบกวนเนื่องจากพื้นขรุขระชนิดขาวแบบเกาส์ เมื่อระบบมีสัญญาณรบกวนที่มีความแปรปรวนตรงกับค่าที่ออกแบบ

| ความแปรปรวน | ตัวควบคุมพีซีชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|-------------|----------------------------------|--------|----------------------------|--------|-----------------------------|--------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | | |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | Jt | Jp |
| 0.1 | 0.0047 | 0.0835 | 0.0045 | 0.0782 | 0.0071 | 1.1388 |
| 0.5 | 0.0055 | 0.1229 | 0.0054 | 0.1113 | 0.0072 | 1.3718 |
| 1.0 | 0.0110 | 0.2531 | 0.0110 | 0.2532 | 0.0119 | 1.7432 |
| 1.5 | 0.0194 | 0.4559 | 0.0193 | 0.4586 | 0.0188 | 2.2167 |

ตารางที่ ข.4 สรุปการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดและสัญญาณรบกวนเนื่องจากพื้นขรุขระชนิดขาวแบบเกาส์ เมื่อออกแบบสำหรับสัญญาณรบกวนที่มีความแปรปรวนเท่ากับ $0.5 N^2$

| ความแปรปรวน | ตัวควบคุมพีซีชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|-------------|----------------------------------|--------|----------------------------|--------|-----------------------------|--------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | | |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | Jt | Jp |
| 0.1 | 0.0043 | 0.0998 | 0.0043 | 0.0999 | 0.0062 | 0.9486 |
| 0.5 | 0.0063 | 0.1191 | 0.0062 | 0.1193 | 0.0078 | 1.1170 |
| 1.0 | 0.0118 | 0.2346 | 0.0118 | 0.2351 | 0.0139 | 1.4562 |

ตารางที่ ข.5 สรุปการลดผลความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดชนิดขาวแบบเกาส์และสัญญาณรบกวนเนื่องจากลมพัดก้านชนิดสี่แบบเกาส์เมื่อสัญญาณรบกวนมีความแปรปรวนตรงกับค่าที่ออกแบบ

| ความแปรปรวน | ตัวควบคุมพีซีชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|-------------|----------------------------------|--------|----------------------------|--------|-----------------------------|--------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | | |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | Jt | Jp |
| 0.1 | 0.0043 | 0.0853 | 0.0043 | 0.0844 | 0.0212 | 1.4734 |
| 0.2 | 0.0059 | 0.1678 | 0.0059 | 0.1660 | 0.0207 | 2.8353 |
| 0.4 | 0.0068 | 0.2666 | 0.0068 | 0.2637 | 0.0260 | 3.1652 |
| 0.5 | 0.0073 | 0.2414 | 0.0072 | 0.2412 | 0.0265 | 3.1963 |

ตารางที่ ข.6 สรุปการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดชนิดขาวแบบเกาส์และสัญญาณรบกวน
เนื่องจากลมพัดก้านชนิดสี่แบบเกาส์เมื่อออกแบบที่ความแปรปรวนเท่ากับ $0.2 N^2$

| ความแปรปรวน | ตัวควบคุมพีชชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวดุษยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|-------------|---------------------------------|--------|----------------------------|--------|----------------------------|--------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 0.1 | 0.0042 | 0.1083 | 0.0042 | 0.1074 | 0.0202 | 1.8241 |
| 0.2 | 0.0049 | 0.1339 | 0.0049 | 0.1325 | 0.0182 | 1.5613 |
| 0.4 | 0.0070 | 0.1759 | 0.0070 | 0.1743 | 0.0295 | 2.4225 |

ตารางที่ ข.7 สรุปการลดผลความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดชนิดขาวแบบเกาส์และสัญญาณรบกวนเนื่อง
จากพื้นรุกรชระชนิดสี่แบบเกาส์เมื่อสัญญาณรบกวนมีความแปรปรวนตรงกับค่าที่ออกแบบ

| ความแปรปรวน | ตัวควบคุมพีชชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวดุษยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|-------------|---------------------------------|--------|----------------------------|--------|----------------------------|--------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 0.1 | 0.0036 | 0.0831 | 0.0035 | 0.0831 | 0.0088 | 2.8352 |
| 0.5 | 0.0039 | 0.1004 | 0.0039 | 0.1006 | 0.0094 | 3.2807 |
| 1.0 | 0.0043 | 0.1086 | 0.0043 | 0.1079 | 0.0104 | 4.0956 |
| 1.5 | 0.0055 | 0.1141 | 0.0055 | 0.1137 | 0.0109 | 5.0732 |

ตารางที่ ข.8 สรุปการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดชนิดขาวแบบเกาส์และสัญญาณรบกวน
เนื่องจากพื้นรุกรชระชนิดสี่แบบเกาส์ เมื่อออกแบบที่ความแปรปรวนเท่ากับ $0.5 N^2$

| ความแปรปรวน | ตัวควบคุมพีชชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวดุษยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|-------------|---------------------------------|--------|----------------------------|--------|----------------------------|--------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 0.1 | 0.0037 | 0.0885 | 0.0037 | 0.0883 | 0.0093 | 2.8843 |
| 0.5 | 0.0039 | 0.1104 | 0.0039 | 0.1110 | 0.0091 | 3.9366 |
| 1.0 | 0.0044 | 0.0969 | 0.0044 | 0.0965 | 0.0111 | 4.6663 |

ตารางที่ ข.9 สรุปการลดผลความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดชนิดสี่แบบเกาส์และสัญญาณรบกวนเนื่องจากลมพัดก้านชนิดขาวแบบเกาส์เมื่อสัญญาณรบกวนมีความแปรปรวนตรงกับค่าที่ออกแบบ

| ความแปรปรวน | ตัวควบคุมพีชชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|-------------|---------------------------------|--------|----------------------------|--------|-----------------------------|---------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | | |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | Jt | Jp |
| 0.1 | 0.0026 | 0.1044 | 0.0026 | 0.1034 | 0.0048 | 0.8715 |
| 0.2 | 0.0060 | 0.5221 | 0.0060 | 0.5213 | 0.0095 | 2.0383 |
| 0.4 | 0.0257 | 1.3808 | 0.0257 | 1.3719 | 0.0259 | 4.3778 |
| 0.5 | 0.0434 | 2.9176 | 0.0434 | 2.9171 | 0.0397 | 12.5977 |

ตารางที่ ข.10 สรุปการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดชนิดสี่แบบเกาส์และสัญญาณรบกวนเนื่องจากลมพัดก้านชนิดขาวแบบเกาส์เมื่อออกแบบที่ความแปรปรวนเท่ากับ $0.2 N^2$

| ความแปรปรวน | ตัวควบคุมพีชชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|-------------|---------------------------------|--------|----------------------------|--------|-----------------------------|--------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | | |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | Jt | Jp |
| 0.1 | 0.0034 | 0.1474 | 0.0034 | 0.1479 | 0.0034 | 0.7196 |
| 0.2 | 0.0069 | 0.5744 | 0.0069 | 0.3749 | 0.0095 | 2.1637 |
| 0.4 | 0.0262 | 1.4540 | 0.0262 | 1.4533 | 0.0278 | 5.0610 |

ตารางที่ ข.11 สรุปการลดผลความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดชนิดสี่แบบเกาส์และสัญญาณรบกวนเนื่องจากพื้นขรุขระชนิดขาวแบบเกาส์เมื่อสัญญาณรบกวนมีความแปรปรวนตรงกับค่าที่ออกแบบ

| ความแปรปรวน | ตัวควบคุมพีชชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|-------------|---------------------------------|--------|----------------------------|--------|-----------------------------|--------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | | |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | Jt | Jp |
| 0.1 | 0.0013 | 0.0377 | 0.0013 | 0.0339 | 0.0056 | 0.6084 |
| 0.5 | 0.0033 | 0.0811 | 0.0033 | 0.0805 | 0.0100 | 0.8898 |
| 1.0 | 0.0084 | 0.2409 | 0.0084 | 0.2400 | 0.0251 | 2.3569 |
| 1.5 | 0.0181 | 0.3954 | 0.0181 | 0.3954 | 0.0522 | 2.9898 |

ตารางที่ ข.12 สรุปการลดผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดชนิดสี่แบบเกาส์และสัญญาณรบกวน
เนื่องจากพื้นขรุขระชนิดขาวแบบเกาส์ เมื่อออกแบบที่ความแปรปรวนเท่ากับ 0.5 N

| ความ แปรปรวน | ตัวควบคุมพีชชนิดที่มีการปรับตัว | | | | ตัวชดเชยที่มีกาลมานฟิลเตอร์ | |
|-----------------|---------------------------------|--------|----------------------------|--------|-----------------------------|--------|
| | หลังจากการปรับครั้งที่ 40 | | หลังจากการปรับครั้งที่ 100 | | Jt | Jp |
| | Jt | Jp | Jt | Jp | | |
| 0.1 | 0.0013 | 0.0365 | 0.0013 | 0.0361 | 0.0052 | 0.7200 |
| 0.5 | 0.0029 | 0.0772 | 0.0029 | 0.0769 | 0.0115 | 0.9758 |
| 1.0 | 0.0087 | 0.2190 | 0.0087 | 0.2186 | 0.0323 | 2.4073 |

ประวัติผู้เขียน

นายวิบูลย์ ธรรมทินโน เกิดวันที่ 10 มิถุนายน พ.ศ. 2516 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาระบบควบคุม ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2536 เข้าทำงานตำแหน่งวิศวกรในแผนกวิศวกรรมบริษัทออโตเฟล็กซ์เบิล จำกัดเป็นเวลา 1 ปี จากนั้นเข้าทำงานในตำแหน่งวิศวกรโครงการในแผนกวิศวกรรม บริษัทคอนโทรลจิก จำกัด เป็นเวลา 1 ปี และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตที่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเมื่อปี พ.ศ. 2537

