ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
E41001

LEAKAGE RATE MEASUREMENT OF VALVE IN FLUID-TRANSPORT SYSTEM USING ACOUSTIC EMISSION

MR. WATIT KAEWWAEWNOI

A DISSERTATION SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
(MANUFACTURING AND SYSTEMS ENGINEERING)
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S UNIVERSITY OF TECHNOLOGY THONBURI
2010

b00255362

E41001

Leakage Rate Measurement of Valve in Fluid-Transport System using Acoustic Emission

Mr. Watit Kaewwaewnoi M.Eng. (Industrial Metrology)

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment
of the Requirements for
the Degree of Doctor of Philosophy (Manufacturing and Systems Engineering)
Faculty of Engineering
King Mongkut's University of Technology Thonburi
2010

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
E41001

THE NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF THAILAND
RESEARCH LIBRARY

Dissertation Committee

..... Chairman of Dissertation Committee
(Lect. Anantawit Tuchinda, Ph.D.)

..... Member and Dissertation Advisor
(Assoc. Prof. Asa Prateepasen, Ph.D.)

..... Member and Co-Dissertation Advisor
(Assoc. Prof. Pakorn Kaewtrakulpong, Ph.D.)

..... Member
(Lect. Pinet Sriyotha, Ph.D.)

..... Member
(Wadee Wichaidit, Ph.D.)

Copyright reserved

Dissertation Title	Leakage Rate Measurement of Valve in Fluid-Transport System using Acoustic Emission
Dissertation Credits	36
Candidate	Mr. Watit Kaewwaewnoi
Dissertation Advisors	Assoc. Prof. Dr. Asa Prateepasen
	Assoc. Prof. Dr. Pakorn Kaewtrakulpong
Program	Doctor of Philosophy
Field of Study	Manufacturing and Systems Engineering
Department	Production Engineering
Faculty	Engineering
B.E.	2553

Abstract

E 41001

Nowadays, many industries in production process encounter fluid loss, fluid mixing, and fluid degrading caused by valve leakage. The internal valve leakage is hard to detect and approximate the leakage rate during online operation. Acoustic emission (AE) method, a nondestructive testing (NDT) technique, has sufficient sensitivity and can detect in-process valve leakage; however, most researches estimate the leakage rate with empirical-based prediction. Hence, the specific tests provide a great deal of collected database. Accordingly, this research's overall concern is on the application of AE method into the internal valve leakage problem both theoretically and experimentally.

The aim of this dissertation is to present the AE signal characteristics generated by valve leakage, the relationship between AE parameter and various fluid and process variables, the theoretical model for prediction a leakage rate of valve, and the Smart Valve Leakage Detector (SVLD) and a portable instrument proposed by this research. Firstly, the characteristics of AE signals were investigated by various signal analysis techniques such as time, magnitude, and frequency analysis. The result showed that the AE signal characteristics were continuously random signals in time domain. Probability density function (PDF) of AE signal at various condition of leakage was Gaussian function stationary random signal in magnitude analysis. This implies that the detected

E41001

AE signals were produced from time-invariant process. In addition, it was found that the frequency at the peak magnitude in frequency analysis is around 150 kHz. Secondly, by assuming that the sound power (P_s) generated by turbulence jet is a function with AE signal power (AE_{RMS}^2), the result showed that the AE_{RMS}^2 was directly functional to the P_s based on Lighthill's equation in air leakage of valve application. Thirdly, the theoretical model was derived. The model presented that the leakage rate (Q) was an exponential function of the various factor not only AE_{RMS}^2 but also fluid and process variables such as turbulence jet velocity, sound velocity in the fluid, fluid density, gas constant, temperature, valve size, and inlet pressure level. Fourthly, 2nd generation of SVLD was designed and produced in this current research. The system performances were tested in laboratory. The accuracy as determined by this prototype is approximately ± 11.1 % full scale. The sensitivity of this instrument is 8.4 mV/l/min. Moreover, the implementation of SVLD was also accomplished in field test.

Apart from main objective of this dissertation, the finding consistency ratios in frequency range of 100 kHz to 300 kHz of two different AE measurement systems (different AE sensor) were found by comparison method of AE spectra. This method confirmed that the ratios of two frequency response functions of the different AE measurement systems were linear system response. The contribution of this proposed method helps to transfer AE information of different AE sensors. Additionally, this contribution of knowledge conducts to using Power Spectral Density (PSD) to convert AE signal power value both in time and frequency domains, based on Parseval' s theorem.

Keywords : Acoustic Emission / Leakage Rate / Turbulent Jet / Valve

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวัดอัตรารั่วของวาล์วในระบบขนถ่ายของไหลด้วยวิธีอะคูสติกอิมีชชั่น
หน่วยกิต	36
ผู้เขียน	นายวาทิต แก้วแววน้อย
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.อาษา ประทีปเสน
	รศ.ดร.ปกรณ์ แก้วตระกูลพงษ์
หลักสูตร	ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมการผลิตและระบบ
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
พ.ศ.	2553

บทคัดย่อ

E 41001

ปัจจุบันหลายโรงงานกำลังเผชิญกับปัญหาการรั่ว การปะปน และการปนเปื้อนที่ทำให้ของไหลในกระบวนการผลิตเสื่อมคุณภาพซึ่งสาเหตุมาจากการรั่วของวาล์ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการรั่วภายในตัวเรือนวาล์วนั้นทำการตรวจพบและประมาณอัตรารั่วได้ยากในขณะที่วาล์วกำลังถูกใช้งานอยู่ หลักการอะคูสติกอิมีชชั่นซึ่งเป็นเทคนิคการทดสอบโดยไม่ทำลาย มีความไวที่เพียงพอและสามารถตรวจพบการรั่วของวาล์วในขณะที่วาล์วกำลังถูกใช้งานอยู่ได้ แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยที่ผ่านมาส่วนมากจะทำการประมาณอัตรารั่วของวาล์วบนพื้นฐานของการทดลอง ซึ่งจะต้องทำการเก็บกลุ่มของข้อมูลเป็นจำนวนมาก ดังนั้นตลอดงานวิจัยนี้เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้หลักการอะคูสติก-อิมีชชั่นกับปัญหาการรั่วภายในตัวเรือนวาล์วทั้งในทางทฤษฎีและทางปฏิบัติ

วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์นี้คือเพื่อนำแสดงคุณลักษณะของสัญญาณอะคูสติกอิมีชชั่นที่เกิดขึ้นจากการรั่วของวาล์ว แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอะคูสติกอิมีชชั่นพารามิเตอร์กับตัวแปรต่างๆ ทั้งของของไหลและของกระบวนการ พิสูจน์ตัวแบบทางทฤษฎีสำหรับการทำนายอัตรารั่วของวาล์ว และแสดง Smart Valve Leakage Detector (SVLD) ซึ่งเป็นเครื่องมือแบบพกพาที่เสนอโดยงานวิจัยนี้ ประการแรก ได้ทำการพิสูจน์คุณลักษณะของสัญญาณอะคูสติกอิมีชชั่นด้วยหลายเทคนิคการวิเคราะห์สัญญาณ เช่น การวิเคราะห์ทางเวลา ทางขนาดและทางความถี่ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าคุณลักษณะของสัญญาณอะคูสติกอิมีชชั่นทางเวลานั้นเป็นแบบสัญญาณสุ่มแบบต่อเนื่อง สำหรับการวิเคราะห์ทางขนาดโดยใช้ฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น (PDF) พบว่าสัญญาณอะคูสติก-อิมีชชั่นที่สภาวะอัตรารั่วต่างๆ เป็นแบบเกาส์เซียน ซึ่งหมายถึงสัญญาณอะคูสติกอิมีชชั่นที่ตรวจจับได้มาจากกระบวนการที่คงที่ โดยไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา นอกจากนี้การวิเคราะห์ทางความถี่ยังพบว่า

E41001

ความถี่ที่ให้ขนาดของสัญญาณสูงสุดประมาณ 150 กิโลเฮิร์ต ประการที่สอง ความสัมพันธ์ระหว่างอะคูสติกอิมีชชั่นพารามิเตอร์กับตัวแปรต่างๆทั้งของของไหลและของกระบวนการ ถูกพิสูจน์จากสมมุติฐาน คือ กำลังงานเสียงที่ได้จากลำการไหลแบบปั่นป่วน (P_s) เป็นฟังก์ชันกับกำลังงานของสัญญาณอะคูสติกอิมีชชั่น (AE^2_{RMS}) ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า กำลังงานของสัญญาณอะคูสติก-อิมีชชั่นเป็นฟังก์ชันกับกำลังงานเสียงที่ได้จากลำการไหลแบบปั่นป่วนบนพื้นฐานของสมการ Lighthill ประการที่สาม ตัวแบบทางทฤษฎีสำหรับการทำนายอัตรารั่วของวาล์วถูกพิสูจน์ ตัวแบบทางทฤษฎีแสดงให้เห็นว่าอัตรารั่วของวาล์วเป็นเป็นฟังก์ชันแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลกับหลายปัจจัยไม่เฉพาะแค่ AE^2_{RMS} แต่ยังขึ้นกับ ความเร็วของลำการไหลแบบปั่นป่วน ความเร็วเสียงในของไหล ความหนาแน่นของของไหล ค่าคงที่ของก๊าซ อุณหภูมิ ขนาดของวาบ์วและความดันขาเข้า ประการที่สี่ SVLD รุ่นที่ 2 ที่ถูกออกแบบและสร้างโดยงานวิจัยนี้ ได้ถูกทดสอบประสิทธิภาพในห้องทดลองปฏิบัติการ ความถูกต้องที่คำนวนจากเครื่องต้นแบบนี้ประมาณ ± 11.1 % เต็มสเกล ความไวของเครื่องมือคือ 8.4 มิลลิโวลต์ต่อลิตรต่อนาที นอกจากนี้เครื่องมือได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริงในการทดสอบภาคสนามด้วย

นอกเหนือไปจากวัตถุประสงค์หลักของวิทยานิพนธ์ จากหลักการเปรียบเทียบของสเปกตราของสัญญาณอะคูสติกอิมีชชั่น พบการคงที่ของอัตราส่วนในช่วงความถี่ของ 100 กิโลเฮิร์ต ถึง 300 กิโลเฮิร์ต ของระบบการวัดด้วยอะคูสติกอิมีชชั่นสองระบบที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะหัวตรวจสอบที่ต่างกัน หลักการนี้ยืนยันว่าอัตราส่วนของฟังก์ชันการตอบสนองความถี่ของระบบการวัดด้วยอะคูสติกอิมีชชั่นสองระบบที่แตกต่างกัน เป็นระบบการตอบสนองแบบเชิงเส้น ประโยชน์ของหลักการที่นำเสนอนี้ช่วยให้สามารถโอนถ่ายข้อมูลระหว่างหัวตรวจสอบที่เก็บผลการทดลองได้ โดยร่วมใช้กับทฤษฎีของ Parseval ซึ่งใช้ PSD ในการเปลี่ยนกำลังงานของสัญญาณอะคูสติกอิมีชชั่นจากทั้งในโดเมนเวลาและโดเมนความถี่

คำสำคัญ : ลำการไหลแบบปั่นป่วน / วาล์ว / อะคูสติกอิมีชชั่น / อัตรารั่ว

ACKNOWLEDGEMENTS

First and foremost, I would like to express my deepest gratitude to my academic supervisors Assoc. Prof. Dr. Asa Prateepasen for his inestimable guidance. Additionally, He has advised me to do the research into Acoustic Emission (AE) field and has always provided me with invaluable feedback through many discussions. I am indebted to him for offering me a research grant during the course of this research.

I would also like to express my sincere gratitude to my co-academic supervisors Assoc. Prof. Dr. Pakorn Kaewtrakulpong for spending his valuable time in fruitful discussions on various ideas in research.

Both of them have been everything that one would desire as the supervisors, without whom, the completion of this research would not have been achieved. They have given main insight into the world of Nondestructive testing (NDT) expert and mathematicians.

I would also like to thank all my colleagues in Acoustic Emission and Advance Nondestructive Testing (ANDT) research group, especially Ph.D. candidates, Mr. Chalermkiat Jirarungsatean and Mr. Cherdpong Jomdecha, for being great brothers and providing their assistance. I have thoroughly enjoined my time working with you all.

My parents have worked hard and continuously supported. I would like to thank for their endless love and support throughout my studies. Without them, I would not have made it this far. More than the greatest love the world has known, it is the love that they give me. Not for getting my family, the happy time in my life is doing everything for them.

Last but not least, Eve, I thank you from the bottom of my heart for supporting me emotionally and mentally over the past years and giving me the strength and determination to produce my best works so far. I love you.

The funding from the Department of Production Engineering throughout the course of my research and King Mongkut's University of Technology Thonburi (KMUTT diamond Scholarships) are gratefully acknowledged.

To my father, my hero
Tripob Kaewwaewnoi
1953-2009

CONTENTS

	PAGE
ENGLISH ABSTRACT	ii
THAI ABSTRACT	iv
ACKNOWLEDGEMENTS	vi
CONTENTS	viii
LIST OF TABLES	xi
LIST OF FIGURES	xii
LIST OF SYMBOLS	xv
LIST OF TECHNICAL VOCABULARY AND ABBREVIATIONS	xviii

CHAPTER

1.	**INTRODUCTION**	**1**
1.1	Overview	1
1.2	Motivation	1
1.2.1	Valve Leakage Problem	2
1.2.2	In-situ Valve Leakage Detection	2
1.3	Literature Review	4
1.3.1	Condition Monitoring	4
1.3.2	Leakage Rate Prediction	6
1.4	Description of Valve and Definition of Valve Leakage	9
1.4.1	Ball Valve	9
1.4.2	Valve Leakage	10
1.5	Objectives of Dissertation	11
1.6	Assumptions and Scopes of Dissertation	12
1.7	Organization of Dissertation	12
2.	**THEORETICAL BACKGROUND**	**14**
2.1	Overview	14
2.2	Fundamentals of Sound Sources	14
2.2.1	Monopole Source	14

2.2.2 Dipole Source 15
2.2.3 Quadrupole Source 16
2.3 Pressure-Recovery Processes of Valve 17
2.4 Sound Sources from Valve Leakage 20
2.4.1 Mechanical Sources 21
2.4.2 Fluid Sources 22
2.5 Sound Power based on Lighthill's Theory 25
2.6 Acoustic Emission 25
2.6.1 The Phenomenon of Acoustic Emission 25
2.6.2 Acoustic Emission Measurement System 27
2.6.3 AE Signal Analysis Techniques 32

3. THEORETICAL MODEL 41
3.1 Overview 41
3.2 Background of Theoretical Model 41
3.3 Assumptions 42
3.3.1 RMS Voltage 43
3.3.2 AE Signal Power 44
3.4 Theoretical Relationship 45
3.5 Validation of Theoretical Relationship 49
3.5.1 Experimental Set-up 49
3.5.2 Experimental Design 54
3.5.3 Result of AE signal characteristics 55
3.5.4 Result of Relation between AE Parameter and Process Variables 58
3.5.5 Results of Theoretical Relationship 60
3.6 Development of Theoretical Model 62
3.6.1 Verification of Significant Variables 62
3.6.2 Dimensional Analysis 63
3.6.3 Buckingham's Pi Theorem 64
3.6.4 The Proposed Model 68

4. COMPARISION METHOD OF AE SPECTRA 72
4.1 Overview 72

4.2 Background Problem 72
4.3 Comparison Method of AE Spectra 73
4.3.1 Assumptions and Background Theory 73
4.3.2 Experimental Set-up 74
4.3.3 Result of Comparison of AE Spectra 75
4.4 Relationship of AE Power both Time and Frequency Domain 79

5. SMART VALVE LEAKAGE DETECTOR 82
5.1 Overview 82
5.2 Background Problem 82
5.3 Design of Instrument 83
5.3.1 Hardware Details and Design 83
5.3.2 Software Design and Implementation 88
5.4 Proposed Smart Valve Leakage Detector (SVLD) 90
5.5 Test System Performance 91
5.5.1 Result of Calibration Curve 91
5.5.2 Result of Accuracy and Error 92
5.5.3 Result of Sensitivity and Repeatability 92
5.6 SVLD Implementation 94

6. CONCLUSIONS AND RECOMMENTATIONS 95
6.1 Overview 95
6.2 Summary of the Work Done 95
6.3 Contributions to Knowledge 97
6.4 Recommendations and Future work 98

REFERENCES 99

APPENDICES 110

A Evaluation of AE signal Drift in Time Domain 111
B Statistical Properties Analysis 114
C Experimental Data 122

CURRICULUM VITAE 126

LIST OF TABLES

TABLE		PAGE
3.1	Experimental design sheet	55
3.2	Dimensions or units of physical quantities	65
5.1	Error of measurement of this proposed instrument	93
5.2	Slopes and R^2 from the relation of AE_{RMS} / Leakage rate of the portable instrument	93
C.1	Experimental data at various conditions	123

LIST OF FIGURES

FIGURE		PAGE
1.1	Sources of fugitive emissions by equipment type	1
1.2	Ball valve structures	10
1.3	Ball valve at different stages of rotation	11
2.1	Monopole source	15
2.2	Dipole source	16
2.3	Quadupole source	16
2.4	Air jet showing mixing regions and sound source from valve leakage	18
2.5	Schematic representation of the static pressure distribution through a valve with inlet pressure level (P_1) and outlet pressure level (P_2)	21
2.6	Schematic of nozzle sound source	23
2.7	Mixing region of turbulence jet generating AE source from valve	23
2.8	Acoustic emission, sonic, and ultrasonic spectrum	26
2.9	AE measurement system	27
2.10	Structure of AE sensor	28
2.11	AE sensor	29
2.12	Preamplifier; model 1220A	31
2.13	LOCAN 320 AE data acquisition	32
2.14	HP 89410A spectrum analyzer	32
2.15	Basic AE parameters of burst AE signal type	33
2.16	Continuous type of AE signals	36
2.17	Flowchart of the different types of random signal	37
2.18	Commonly used signal analysis techniques	37
2.19	A single-input and single-out system	39
3.1	Process to predict valve leakage rate by acoustic emission	43
3.2	AE_{RMS} voltage of AE signal	44
3.3	Schematic diagram of the AE experimental set-up	50
3.4	Ball valve test rig	50
3.5	Air compressor	51
3.6	Pressure regulator	51

3.7	Pressure gauge	53
3.8	Flowmeter	53
3.9	Set-up of the pressurizing system and AE measurement system	54
3.10	AE signal from valve leakage in time domain	56
3.11	AE signal from valve leakage measured by WD sensor in frequency domain	57
3.12	AE signal from valve leakage measured by R15 sensor in frequency domain	58
3.13	AE signal power obtained from experiment at different valve leakage rates and various inlet pressure levels for valve size of 25.4 mm	59
3.14	AE signal power obtained from experiment at different valve leakage rates and various valve sizes at the inlet pressure level of 500 kPa	60
3.15	Power of predicting model and experimental data of the 25.4 mm of ball valve at a varied 100 kPa to 500 kPa, an inlet pressure level and various leakage rate conditions	61
3.16	Power of predicting model and experimental data of the 50.8 mm of ball valve at a varied 100 kPa to 500 kPa, an inlet pressure level and various leakage rate conditions	61
3.17	Correlation between and leakage rate (Q) at various parameters	63
3.18	Curve fitting of leakage rate (Q) and any variables	70
4.1	Different signal propagation paths from a common input	73
4.2	Experimental set-up	75
4.3	AE_{RMS} spectra of the leakage signals	76
4.4	The ratios of G_{y1}/G_{y2} for various leak sizes of valve size of 50.8 mm	77
4.5	The ratios of G_{y1}/G_{y2} for various pressures from 100 kPa to 500 kPa of valve size of 50.8 mm	77
4.6	The ratios of G_{y1}/G_{y2} for various pressures from 100 kPa to 500 kPa of valve size of 76.2 mm	78
4.7	Equivalence of power between time and frequency domains from experimental result	81
5.1	Block diagram of the system	83
5.2	AE sensor (R15 type) from Physical Acoustic Corporation: (PAC)	84

5.3	Designed preamplifier circuit	84
5.4	Designed filter circuit	85
5.5	Designed multiplexer circuit	85
5.6	Designed true RMS circuit	86
5.7	Keypad used for designed instrument	86
5.8	Liquid Crystal Display (LCD) used for designed instrument	87
5.9	Microcontroller (ARM7) used as a signal processing unit of designed instrument	87
5.10	Flow chart of the software	89
5.11	Designed circuits consisted in Smart Valve Leakage Detector (SVLD)	90
5.12	Photograph of the instrument	90
5.13	Correlation of leakage rate obtained by SVLD and by conventional flow meter	92
5.14	Implementation of SVLD in field test	94
A.1	Duration of 20 ms	112
A.2	Duration of 8 ms	113
B.1	Box plot	115
B.2	Histogram plot	116
B.3	Probability density function	119

LIST OF SYMBOLS

A	=	Area of the jet nozzle
ASL	=	Average signal level
A_1	=	Area of orifice hole
A_2	=	Area of downstream pipe
A_i	=	Amplitude in decibels
AE_{RMS}	=	Average energy of AE signal
AE_{RMS}^2	=	AE signal power
c_0	=	Constant
c_f	=	Orifice coefficient
D	=	Valve size
d	=	Orifice or leakage diameter
E	=	Electrical energy
$E[\ ]$	=	Expected value operator
F	=	Frequency
F_L	=	Pressure recovery factor
f	=	Frequency
G_{xx}	=	Autospectral density function of two-input signal
G_{yy}	=	Autospectral density function of two-output signal
$H(f)$	=	Frequency response function
$h(t)$	=	Impulse response function
K_0	=	Constant of proportionality
L	=	Length
M	=	Mass
m_x	=	Mean value of the signal
N	=	Number of discrete AE data within the period of time
P_0	=	Pressure in the vena contracta
P_1	=	Upstream pressure or inlet pressure level

P_2	=	Downstream pressure or outlet pressure level
P_{2crit}	=	Pressure in the vena contracta at sonic
P_s	=	Sound power of turbulent jet
$P[k]$	=	Power spectral density
$p(x)$	=	Probability density function
Q	=	Volumetric flow rate (m^3/s)
Q_1	=	Predicted leakage rate
Q_i	=	Volumetric flow rate (l/min)
R	=	Gas constant
R_0	=	Resistance of measurement device
T	=	Time
T_0	=	Period of time
T_1	=	Temperature
t	=	Time
t_0	=	Initial time
V	=	Voltage of peak
V_{RMS}	=	Root-Mean-Square value
V_{ref}	=	Reference voltage
$V(t)$	=	Voltage of a signal
v	=	Velocity
v_1	=	Gas velocity at the orifice or leakage hole
v_2	=	Turbulence jet velocity
$v(t)$	=	Voltage signal from an AE sensor
W	=	Sound power
W_1	=	Mass flow rate
$X[k]$	=	Discrete fourier transform (DFT) of an AE signal
$X_T(f)$	=	Fourier transform
$x(t)$	=	Input signal
$x[n]$	=	AE signal voltage in discrete-time system

$y(t)$	=	Output signal
α	=	Speed of sound in fluid
γ	=	Specific heat ratio
Δ	=	Difference operator
δ	=	Ratio of AE signal power to sound power of turbulent jet
Θ	=	Temperature
$\prod_1$	=	First dimensionless (pi) group
$\prod_2$	=	Second dimensionless (pi) group
ρ	=	Density of fluid
σ	=	Standard deviation
Ω	=	Resistance

LIST OF TECHNICAL VOCABULARY AND ABBREVIATIONS

ADC	=	Analog-to-Digital Converter
AE	=	Acoustic Emission
ARM7	=	Advanced RISC. Machines 7
ASTM	=	American Society for Testing and Materials
AVLD	=	Acoustic Valve Leak Detector
BP	=	British Petroleum
DFT	=	Discrete Fourier Transform
DTNSRDC	=	David W. Taylor Naval Ship R&D Center
FPGA	=	Field Programmable Gate Array
HP 89410A	=	Hewlett-Packard, A spectrum analyzer; model 89410A
LCD	=	Liquid Crystal Display
LOCAN320	=	AE Multi-Channel Workstation
NDT	=	Nondestructive Testing
PAC	=	Physical Acoustics Corporation
PC	=	Personal Computer
PDF	=	Probability Density Function
PDH	=	Principle of Dimensionally Homogeneous
PSD	=	Power Spectral Density
PZT	=	Lead Zirconate Titanate
R15	=	Resonant Type of AE Sensor; Model (R15)
RMS	=	Square Root of the Mean Square
SVLD	=	Smart Valve Leakage Detector
VPAC	=	Valve Physical Acoustics Corporation
WD	=	Wideband Type of AE Sensor, Model (WD)

cm	=	centimeter
dB	=	decibel
dB_{AE}	=	AE decibel
Hz	=	hertz
J/s	=	joule per second
K	=	kelvin
kg	=	kilogram
kHz	=	kilohertz
kPa	=	kilopascal
kg/s	=	kilogram per second
kg/m^3	=	kilogram per cubic meter
l/min	=	liter per minute
MHz	=	megahertz
m	=	meter
mm	=	millimeter
m^2	=	square meter
mAh	=	milliampere-hour
mV	=	millivolts
mV^2	=	millivolts square
m/s	=	meter per second
ml/s	=	milliliter per second
m^3/s	=	cubic meter per second
mV^2/Hz	=	millivolts square per hertz
N/m^2	=	newton per square meter
$N.m.kg^{-1}.K^{-1}$	=	newton meter per kilogram per kelvin
s	=	second

V	=	volts
V^2	=	square volts
V_{dc}	=	volts of direct current
μV	=	microvolts