

MANUALE DI ACUSTICA APPLICATA

Progetto Internet Prase.it

in collaborazione con Umberto Nicolao

A partire da questo mese, i visitatori del nostro sito troveranno una, speriamo, gradita sorpresa. Saranno infatti resi visionabili e disponibili tramite download alcuni articoli (sette per l'esattezza) di Umberto Nicolao sui più vari argomenti attinenti all'Acustica Applicata ed alle sue implicazioni sulla progettazione di impianti per la Diffusione Sonora.

Da anni serbavo in me l'idea di scrivere un trattato di base sul tema dell'Acustica pratica, uno strumento che aiutasse chi si occupa (o ha intenzione di occuparsi) di impianti per la Diffusione Sonora a comprendere meglio i fenomeni legati all'origine ed alla propagazione del suono.

Non un arido condensato di formule, né di parole anche troppo palesemente fini a sé stesse, come non di rado il mercato librario offre agli interessati o studiosi in erba della materia, e non parlo solo di testi in lingua italiana.

Si, ma neanche un manuale troppo semplificato, giusto per dare l'illusione – ma solo quella, ahimè – di una sostanziale elementarità dei fondamenti dell'Acustica Applicata, insinuando di fatto l'inutilità di ogni approccio razionale a problemi di diffusione del suono.

Già, il Suono. C'è ancora chi confonde rumore e suono. Un pericolo questo che avevo bene in mente di evitare nella scrittura del testo, se è vero com'è vero che il titolo provvisorio dello stesso era "Acustica per Elettroacustici"...

Questo manuale è pensato in modo da accompagnare il lettore dalla generazione del suono alla sua diffusione "assistita", secondo un percorso da me ripetuto mille volte per non lasciare nulla sottinteso, a costo forse di divenire fin troppo puntuali.

Chi si sente di non avere bisogno di chiarimenti su determinati argomenti sarà lieto di saltare qualche pagina ed arrivare prima alla conclusione. Tutti gli altri si sentiranno confortati dal non essere lasciati soli di fronte a concetti in prima battuta ermetici.

Ing. Umberto Nicolao

Consulente in Ingegneria del Suono

Indice degli argomenti che saranno trattati

Prima uscita

SUONO E PERCEZIONE pt. 1

- Concetti fondamentali
- Caratteristiche delle sorgenti sonore
- Misura soggettiva di un suono
- Intensità di un suono: la pressione sonora
- Le altre grandezze caratteristiche di un suono
- Emissione da sorgenti sonore
- Fronte d'onda e direzione di propagazione di un'onda sonora
- Dispersione e direttività di una sorgente sonora

Seconda uscita

SUONO E PERCEZIONE pt. 2

- Livello sonoro e distanza dalla sorgente
- Effetti di disturbo alla propagazione dei suoni
- Tempo di propagazione di una emissione sonora
- Estensione della gamma dei suoni udibili
- Caratteristiche di sensibilità dell'apparato uditivo umano
- L'effetto di mascheramento
- Percezione della direzione di provenienza dei suoni
- Caratteristiche di un programma musicale
- Relazione tra fattori del suono e grandezze fisiche

Terza uscita

SUONO E PERCEZIONE pt. 3

- Caratteristiche della voce umana
- Diversità tra suono e rumore
- Rumori artificiali
- Il decibel

Quarta uscita

IL DIFFUSORE ACUSTICO COME SORGENTE SONORA

- Caratteristiche tecniche di un diffusore acustico
- Risposta in frequenza, sensibilità e gamma di frequenze
- Dispersione
- Impedenza
- La “potenza” di un diffusore acustico
- Risposta all’impulso e caratteristica energetica
- Caratteristiche tecniche e prestazioni sonore
- Diffusori acustici per diffusione sonora

Quinta uscita

PROPAGAZIONE DEI SUONI pt. 1

- Propagazione dei suoni all’aperto
- Tempo di propagazione di una emissione sonora
- Compensazione dell’attenuazione dovuta alla distanza
- Ostacoli alla libera propagazione dei suoni
- Il coefficiente di assorbimento

Sesta uscita

PROPAGAZIONE DEI SUONI pt. 2

- La riverberazione e l’RT60
- Valutazione dei tempi di riverberazione consigliati
- Misure di RT60
- Effetti di interferenza. Il filtraggio a pettine
- Campi sonori
- La distanza critica
- Il rapporto segnale-disturbo
- Riverbero e diffusione sonora

Settima uscita

PROPAGAZIONE DEI SUONI pt. 3

- Valutazione dell’intelligibilità del parlato
- Ulteriori indicatori acustici: indici di chiarezza
- Considerazioni a margine dell’intelligibilità del parlato
- Normative internazionali sulla intelligibilità del parlato
- Classificazione del rumore di fondo: il noise rating

Bibliografia e letture correlate

1. Acustica, Elettroacustica e Psicoacustica

- [AC] **U.Nicolao**, *Acustica Applicata per la Diffusione Sonora*, Ed Il Rostro, Milano, 2003
- [AC1] **G.Moncada, Lo Giudice, S.Santoboni**, *Acustica*, Ed. Masson, Milano, 1995
- [AC2] **S.Santoboni**, *Elettroacustica*, Ed. Masson, Milano, 1996
- [AC3] **L.L.Beranek**, *Acoustics*. Ristampa a cura dell'A.S.A. (Acoustical Society of America), New York, USA
- [AC4] **L.L.Beranek**, *Acoustical Measurements*, A.S.A. (Acoustical Society of America), New York, USA, 1993 (nuova edizione).
- [AC5] **A.D Pierce**, *Acoustics. An Introduction to its Physical Principles and Applications*. Ristampa a cura dell'A.S.A. (Acoustical Society of America), New York, USA
- [AC6] **H.F. Olson**, *Acoustical Engineering*, 1957. Ristampa a cura della Professional Audio Journals, Inc., Philadelphia, PA, USA, 1991
- [AC7] **P.M.Morse**, *Vibration and Sound*. Ristampa a cura dell'A.S.A. (Acoustical Society of America), New York, USA
- [AC8] **T.D.Rossing**, *The Science of Sound*, Addison Wesley, Reading, MA, USA, 1982.
- [AC9] **J.Meyer**, *Acoustics and the Performance of Music*, Verlag der MusikInstrument, Francoforte, Germania
- [AC10] **Y.Ando**, *Concert Hall Acoustics*, Springer Verlag, New York, USA, 1985
- [AC11] **H.Kuttruff**, *Room Acoustics*, John Wiley and Sons, New York, USA
- [AC12] **A.A.V.V.**, *Perception of Reproduced Sound*, pubblicazione Audio Engineering Society (www.aes.org), New York, USA, 1993
- [AC13] **D.Templeton**, *Acoustics in the Built Environment*, Architectural Press, Butterworth-Heinemann, (1997)
- [AC14] **F.Rumsey**, *Spatial Audio*, Focal Press(www.bh.com/fp), Oxford, Regno Unito (2001)
- [AC15] **W.C.Sabine**, *Collected Papers on Acoustics*, Peninsula Publishing, Los Altos, CA, USA (1992)



2. Teoria delle Reti Elettriche, Elettronica e Radiotecnica

- [ER1] **C.A.Desoer, E.S.Kuh**, *Fondamenti di Teoria dei Circuiti*, Franco Angeli Editori, Milano, 1980
- [ER2] **I.Mendolia**, *Elettronica Generale*, Ulrico Hoepli Editore, Milano
- [ER3] **I.Mendolia**, *Radioelettronica*, Ulrico Hoepli Editore, Milano

- [ER4] **L.Gandolfi e G.Zanetti**, *Tecnologie dei Componenti Elettronici al Silicio*, Ulrico Hoepli Editore, Milano
- [ER5] **K.K.Clarke, D.T.Hess**, *Communication Circuits: Analysis and Design*, Addison Wesley, New York, USA, 1971
- [ER6] **J.Millman**, *Microelectronics. Digital and Analog Circuits and Systems*, McGraw-Hill, Stati Uniti
- [ER7] **A.Zverev**, *Handbook of Filter Synthesis*, John Wiley and Sons, New York, USA
- [ER8] **D.Lancaster**, *Active Filter Cookbook*, Synergetic Press, Thatcher, AZ, USA, 1995



3. Microfoni, Radiomicrofoni e Sistemi Wireless

- [MR1] **U.Nicolao**, *Microfoni*, Terza edizione, Editrice Il Rostro, Milano, 2004
- [MR2] **U.Nicolao**, *Radiomicrofoni e Sistemi Wireless*, Editrice Il Rostro, Milano, 1997
- [MR3] **J.Eargle**, *The Microphone Handbook*, Elar Publishing, New York, USA
- [MR4] **G.Boré**, *Microphones for Professional and Semi-Professional Use*, G.Neumann Technical Editions, Berlino, Germania, 1989 (ristampa)
- [MR5] **J.Borwick**, *Microphones. Technology and Technique*, Focal Press (www.bh.com/fp), Londra, Gran Bretagna, 1990
- [MR6] **A.Nisbett**, *The Use of Microphones*, Focal Press (www.bh.com/fp), Londra, Gran Bretagna, 1989
- [MR7] **N.Pawera**, *Microphones. Technique and Technology*, Arsis, Dachau, Germania, 1981
- [MR8] **D.M.Huber**, *Microphone Manual. Design and Application*, Focal Press (www.bh.com/fp), Londra, Gran Bretagna, 1988
- [MR9] **A.A.V.V.**, *Microphones. An Anthology 1953-1979*, pubblicazione Audio Engineering Society (www.aes.org), New York, USA, 1981



4. Tecniche di ripresa microfonica e di registrazione

- [TM1] **U.Nicolao**, *La ripresa microfonica ravvicinata degli strumenti musicali*, seconda edizione, Editrice Il Rostro, Milano, 2004
- [TM2] **U.Nicolao**, *Applicazioni Professionali dei Microfoni da Studio*, seconda edizione, Editrice Il Rostro, Milano, 2004
- [TM3] **R.Prosperi**, *Acustica e Stereofonia*, 2 voll., Edizioni Klim, Roma, 1987
- [TM4] **C.Tagliabue**, *La Registrazione Magnetica del Suono*, Editrice Il Rostro, Milano
- [TM5] **J.M.Woram**, *The Recording Studio Handbook*, Elar Publishing, Co., New York, USA, 1983
- [TM6] **J.M.Eargle**, *Music, Sound and Technology*, Van Nostrand Reinhold, New York, USA, 1990

- [TM7] **J.M.Eargle**, *Handbook of Recording Engineering*, Van Nostrand Reinhold, New York, USA
- [TM8] **M.Camras**, *Magnetic Recording Handbook*, Van Nostrand Reinhold, New York, USA
- [TM9] **G.Alkin**, *Sound Recording and Reproduction*, Focal Press (www.bh.com/fp), Londra, Gran Bretagna
- [TM10] **F.A.Everest, R.Streicher**, *The New Stereo Soundbook*, Seconda Edizione, Audio Engineering Associates, Pasadena, CA, USA, 1998
- [TM11] **B. e J.Bartlett**, *Practical Recording Techniques*, Focal Press (www.bh.com/fp), Stoneham, MA, USA, 1992
- [TM12] **A.A.V.V.**, *Stereophonic Techniques*, pubblicazione Audio Engineering Society (www.aes.org), New York, USA
- [TM13] **A.A.V.V.**, *Disk Recording*, volumi 1 e 2, pubblicazione Audio Engineering Society (www.aes.org), New York, USA
- [TM14] **T.Holman**, *Sound for Film and Television*, Focal Press (www.bh.com/fp), Washington, USA (1997)
- [TM15] **T.Holman**, *5.1 Surround Sound*, Focal Press (www.bh.com/fp), Washington, USA (2000)



5. Comunicazioni elettriche, Antenne e propagazione

- [CA1] **F.Carassa**, *Comunicazioni Elettriche*, Ed. Boringhieri, Torino, 1983
- [CA2] **A.Nicolich**, *Antenne per la Ricezione Televisiva*, Ed. Il Rostro, Milano, 1979
- [CA3] **A.Paraboni**, *Antenne e Propagazione*, Ed. Clup, Cooperativa Libreria del Politecnico di Milano, 1980
- [CA4] **S.Ramo et al.**, *Campi e Onde nell'Elettronica per le Comunicazioni*, Franco Angeli Editori, Milano, 1996
- [CA5] **A.Krischke**, *Rothammels Antennenbuch*, Franckh-Kosmos Verlag, Stoccarda, Germania, 1995
- [CA6] **R.S.Roberts**, *Television Engineering. Broadcast, Cable and Satellite, Part 1: Fundamentals*, Pentech Press, Londra, Gran Bretagna, 1987



6. Altoparlanti e diffusori acustici

- [AL1] **G.Nicolao, P.Viappiani, U.Nicolao**, *La Tecnica dell'Alta Fedeltà. Amplificatori a Valvole e Diffusori Acustici*, Ed. Il Rostro, Milano, 1995
- [AL2] **U.Nicolao**, *Crossover Passivi per Sistemi di Altoparlanti*, voll.1 e 2, Ed. Il Rostro, Milano, 1997
- [AL3] **U.Nicolao**, *Sistemi di Altoparlanti per Sound Reinforcement. Dal subwoofer al cluster*, Editrice Il Rostro, Milano, 1999

- [AL4] **M.Colloms**, *High Performance Loudspeakers*, J.Wiley and Sons, 1997
- [AL5] **V.Dickason**, *The Loudspeaker Design Cookbook*, Audio Amateur Press, Peterborough, NH, USA, 1995
- [AL6] **J.Borwick**, *Loudspeaker and Headphone Handbook*, Butterworths & co (www.bh.com), Londra, Gran Bretagna, 1991
- [AL7] **J.M.Eargle**, *Loudspeaker Handbook*, Chapman & Hall, New York, USA, 1997
- [AL8] **A.A.V.V.**, *Loudspeakers. An Anthology*, voll. 1, 2, 3 e 4, pubblicazione Audio Engineering Society (www.aes.org), New York, USA



7. Misure elettriche, elettroniche ed elettroacustiche

- [M1] **N.H.Crowhurst**, *Audio Measurements. A Comprehensive Guide for Checking Quality in Audio Reproduction Systems*, 1958, Ristampato a cura di Audio Amateur Press, Peterborough, NH, USA, 1996
- [M2] **B.Metzler**, *Audio Measurement Handbook*, Pubblicazione Audio Precision, Beaverton, OR, USA, 1993
- [M3] **J.D'Appolito**, *Testing Loudspeakers*, Audio Amateur Press, Peterborough, NH, USA
- [M3] **H.Moeller**, "Electro Acoustic Measurement", Pubblicazione a cura della Bruel & Kjaer, Naerum, Danimarca
- [M4] **R.B.Randall**, *Frequency Analysis*, pubblicazione Bruel & Kjaer, Naerum, Danimarca, 1987
- [M5] **R.Heyser**, *Time Delay Spectrometry*, pubblicazione Audio Engineering Society (www.aes.org), New York, USA
- [M6] **A.A.V.V.**, *Audio Test and Measurement*, pubblicazione Audio Engineering Society (www.aes.org), New York, USA, 1989
- [M7] **A.A.V.V.**, *The Measure of Audio*, pubblicazione Audio Engineering Society (www.aes.org), New York, USA, 1997



8. Audio digitale

- [D1] **K.C.Pohlmann**, *Principles of Digital Audio*, McGraw-Hill, New York, USA, 1995
- [D2] **K.C.Pohlmann**, *The Compact Disc Handbook*, A-R Editions, Madison, WI, USA, 1992
- [D3] **F.Rumsey**, *Digital Audio Operations*, Focal Press (www.bh.com/fp), Londra, Regno Unito, 1991
- [D4] **M.Bellanger**, *Digital Processing of Signals. Theory and Practice*, J.Wiley and Sons, Londra, 1984
- [D5] **L.Baert, L.Theunissen e G.Vergult**, *Digital Audio and Compact Disc Technology*, Heinemann Professional Publishing (www.bh.com), Oxford, Gran Bretagna, 1988

- [D6] **J.Watkinson**, *The Art of Digital Audio*, Focal Press (www.bh.com/fp), Londra, Gran Bretagna, 1991
- [D7] **A.A.V.V.**, *Present and Future of Digital Audio*, pubblicazione Audio Engineering Society (www.aes.org), New York, USA, 1985
- [D8] **A.A.V.V.**, *Music and Digital Technology*, pubblicazione Audio Engineering Society (www.aes.org), New York, USA, 1987
- [D9] **A.A.V.V.**, *Audio in Digital Times*, pubblicazione Audio Engineering Society (www.aes.org), New York, USA, 1989
- [D10] **A.A.V.V.**, *Images of Audio*, pubblicazione Audio Engineering Society (www.aes.org), New York, USA, 1991
- [D11] **A.A.V.V.**, *Digital Signal Processing*, pubblicazione Audio Engineering Society (www.aes.org), New York, USA, 1992
- [D12] **A.A.V.V.**, *Managing the Bit Budget*, pubblicazione Audio Engineering Society (www.aes.org), New York, USA, 1994
- [D13] **A.A.V.V.**, *Digital Audio Bit-Rate Reduction*, Raccolta di articoli pubblicati sulla rivista dell'Audio Engineering Society (www.aes.org), New York, USA, 1996



9. Progettazione di impianti di diffusione sonora

- [SR1] **D. e C.Davis**, *Sound System Engineering*, H. Sams & Co., Indianapolis, IN, USA, 1987
- [SR2] **G.Davis e R.Jones**, *The Sound Reinforcement Handbook*, Hal Leonard Publishing Co., Milwaukee, WI, USA, 1989
- [SR3] **D.Trubitt**, *Concert Sound. Tours, Techniques and Technology*, Hal Leonard Co., Milwaukee, WI, USA, 1991
- [SR4] **D.Fry**, *Live Sound Mixing*, Roztralia, Victoria, Australia, 1992
- [SR5] **J.F.Eiche**, *Guide to Sound Systems for Worship*, Hal Leonard Publishing Co., Milwaukee, WI, USA, 1990
- [SR6] **J.Vasey**, *Concert Sound and Lighting Systems*, Focal Press (www.bh.com/fp), Stoneham, MA, USA
- [SR7] **J.Eargle**, *Sound System Design Reference Manual*, documento scaricabile dal sito della JBL (www.jblpro.com)
- [SR8] **A.A.V.V.**, *Sound Reinforcement*, voll. 1 e 2, pubblicazione Audio Engineering Society (www.aes.org), New York, USA
- [SR9] **A.A.V.V.**, *Sound Reinforcement, Conference Proceedings*, pubblicazione Audio Engineering Society (www.aes.org), New York, USA



10. Amplificazione a valvole

- [AV1] **G.Nicolao, P.Viappiani, U.Nicolao**, *La Tecnica dell'Alta Fedeltà. Amplificatori a Valvole e Diffusori Acustici*, Editrice Il Rostro, Milano, 1995

- [AV2] **F.Mondani**, *Elementi di Radiotecnica*, L.Trevisini Editore, Milano
- [AV3] **U.Nicolao, P.Viappiani**, *Antologia Audio. Alle Origini della Stereofonia e dell'Alta Fedeltà*, Antologia di articoli pubblicati sulla rivista Alta Fedeltà, anni 1957 e 1958. Editrice Il Rostro, Milano, 1998
- [AV4] **G.F.J.Tyne**, *Saga of the Vacuum Tube*, Prompt Publications, a division of Howard Sams and company, Indianapolis, IN, USA, 1977
- [AV5] **A.A.V.V.**, *Audio Frequency Amplifier Design*, Pubblicazione General Electric, Londra, 1957. Ristampa a cura di Audio Amateur Press, Peterborough, NH, USA, 1994
- [AV6] **M.Jones**, *Valve Amplifiers*, Newnes, Oxford, Regno Unito, 1995
- [AV7] **A.Pittman**, *The Tube Amp Book*, Groove Tube Audio, 1991
- [AV8] **H.J.Reich**, *Principles of Electron Tubes*, 1941. Ristampa a cura di Audio Amateur Press, Peterborough, NH, USA, 1995
- [AV9] **J.Whitaker**, *Power Vacuum Tubes Handbook*, Van Nostrand Reinhold, New York, USA, 1994



11. Dizionari tecnici e volumi omnicomprendivi

- [OM1] **G.Colombo**, *Manuale dell'Ingegnere*, 4 volumi, Ulrico Hoepli Editore, Milano
- [OM2] **G.Biondo, E.Sacchi**, *Manuale di Elettronica e Telecomunicazioni*, Ulrico Hoepli Editore, Milano
- [OM3] **U.Nicolao, G.Noselli**, *AudioDizionario*, Editrice Il Rostro, Milano, 1998
- [OM4] **AA.VV.** *Quaderni di Aggiornamento in Tecniche e Tecnologie Audio*, Collana ideata e diretta da U. Nicolao, Voll. 1-5, Editrice Il Rostro, Milano, 2000-2003
- [OM5] **G.D.White**, *The Audio Dictionary*, University of Washington Press, USA, 1991
- [OM6] **J.M.Eargle**, *Electroacoustical Reference Data*, Van Nostrand Reinhold, New York, USA, 1994
- [OM7] **G.Ballou**, *Handbook for Sound Engineers. The New Audio Cyclopedia*, H.W.Sams & co., Indianapolis, USA, 1987



12. Manuali e documenti tecnici

- [I] *Espace, Volume et Son. Guide de Sonorisation*, Pubbl. Bureau Veritas/Bouyer, Francia
- [II] *Sound System Design Reference Manual*, Pubblicazione JBL Professional, Stati Uniti
- [III] *Speech Intelligibility*, Pubblicazione JBL Professional, Stati Uniti
- [IV] *A Guide to Audio Systems for Meeting Facilities*, Pubblicazione Shure, Stati Uniti
- [V] *White Paper: Z-Line Planar Magnetic loudspeakers*, Pubbl. Radia Pro Systems, USA
- [VI] *Misure Acustiche nell'Edilizia*, Pubblicazione Bruel & Kjaer, Italia
- [VII] *Tempo di Riverbero*, Nota applicativa Bruel & Kjaer, Italia