

Antischallsystem **NANCY**[®] 2000 und ausgewählte Einsatzfälle

St. Deus, W. Schatz, T. Neumann

ABS Gesellschaft für Automatisierung Bildverarbeitung und Software mbH, Wildenbruchstraße 15, 07745 Jena

1. Einleitung:

Die Fa. ABS beschäftigt sich seit 1995 im Rahmen ihrer Produktentwicklung mit aktiver Lärmbekämpfung und setzt diese Technologie mit wachsendem Erfolg auch in der Praxis ein. Im Zuge der zahlreichen Erprobungen und Installationen wurden Erfahrungen gesammelt, die bei der Weiterentwicklung des Systems (**NANCY**[®] 2000) Berücksichtigung fanden. Die Eigenschaften dieses neuen Systems, sowie ausgewählte Einsatzfälle werden hier vorgestellt.

2. Zielstellungen für **NANCY**[®] 2000

Bei der Praxiserprobung und Installationen der ersten Generation konnten eine Reihe von Erkenntnissen gewonnen werden, die für die Weiterentwicklung des Systems einbezogen wurden:

- Eliminierung von „Problem“-frequenzen

Abhängig vom Anwendungsfall treten im Frequenzband Frequenzen auf, bei denen das System nicht dämpft oder gar zur Instabilität neigt. Diese Fälle werden hauptsächlich verursacht durch:

- Nullstellen im Sekundärzweig
- schlechte Kohärenz
- Störschallanteile < 30 Hz

Sie äußerten sich insbesondere dann, wenn mehrere Systeme parallel betrieben wurden. Die Ausblendung von Frequenzen ist beim alten System prinzipiell möglich, aber nur durch eine recht aufwendige Änderung der Bauelementebestückung oder Anpassung der Firmware.

- größere Ausgangsleistung

Es zeigte sich, daß bei auftretenden Störschallpegeln > 100 dB die Leistung des interner Verstärkers (20 Watt) oft nicht ausreichte. Hier mußten dann externe Verstärker von Zulieferern eingesetzt werden, dessen Konstruktion aber nicht für raue Industrieumgebung ausgelegt ist.

- Verbesserung der Diagnose- und Parametrisierungsmöglichkeiten

Die Beobachtung und Bewertung des Dämpfungsverhaltens bei Inbetriebnahmen war nur durch das zusätzliche mitführen geeigneter Meßtechnik (FFT-Analysator) durchführbar. Die Parametrisierung des Vorgängersystems (z.B. Vorfilterung) vor Ort war nur sehr beschränkt oder gar nicht möglich.

3. Leistungsparameter **NANCY**[®] 2000

Bild 1 zeigt die Komponenten des neu entwickelten Systems. Im Vergleich zum Vorgängersystem ist zu erkennen, daß jetzt Leistungsteil und Signalverarbeitungsteil getrennt wurden. Das erlaubt ein höheres Maß an Flexibilität, da jetzt für jeden Anwendungsfall zugeschnittene NF-Verstärker eingesetzt werden können. Die räumliche Trennung von Signalverarbeitungsteil und Leistungsteil verbessert auch den Signal-Störabstand, verursacht durch Übersprecheffekte zwischen Verstärker und Kleinsignalverarbeitung.

3.1. Steuereinheit

- Hardware

Kernstück der Steuereinheit ist die digitale Signalverarbeitung mit einem Floating-Point DSP (SHARC). Seine Rechenleistung ist ausreichend, um zwei ANC-Systeme

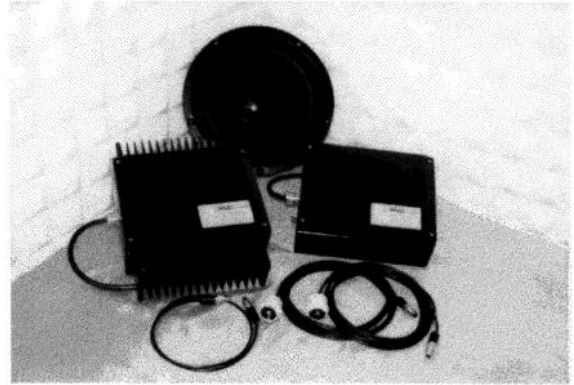


Bild 1: Komponenten **NANCY**[®] 2000

zu betreiben. Deshalb wurde auch die gesamte Signalverarbeitung ANC-zweikanalig ausgelegt:

- 4-Kanal-Mikrofonverstärker mit (per Firmware) einstellbarer Vorverstärkung und Antialiasing-Filter
- 2 NF-Ausgänge mit Smoothing-Filter und einstellbarem Ausgangspegel
- Möglichkeit des Anschlusses anderer Sensoren (Impulsgeber, Schwingungsaufnehmer)
- Interface zum Host (Adapter zur COM-Schnittstelle)
- Alu-Gehäuse und Anschlüsse gemäß Schutzgrad IP 65

- Firmware:

Die Software wurde entsprechend den o.g. Zielstellungen ausgelegt, mit folgenden Leistungsmerkmalen:

- ANC-Algorithmus: Feed-Forward (X-LMS) mit Stabilitätsüberwachung
- Einstellung der Mikrofonverstärkung und des NF-Ausgangspegels, automatisch (Autorange) oder per Host
- Vorfilter im Primär- und Sekundärzweig, per Host einstellbar
 - Filtercharakteristiken:
 - Tiefpaß
 - Hochpaß
 - bis zu 3 Bandsperren
- Hostinterface mit Kommandointerpreter zur Kommunikation mit einem PC. Dieser Treiber arbeitet parallel zum ANC-Algorithmus, ohne diesen zu stören.

3.1. Leistungsverstärker

Derzeit wird eine 100 Watt (Sinus) Verstärkerbaugruppe angeboten (Schutzgrad IP65).

In Entwicklung sind Verstärkerbaugruppen mit höherer Leistung, ebenfalls IP65-tauglich.

3.2. ControlPanel

Diese PC-basierende Software (Win95/98/NT) realisiert folgende Funktionen:

- Monitorfunktion
 - Beobachtung des Systemverhaltens durch:
 - Pegelanzeigen für Mikrofonsignale und NF-Ausgang
 - grafische Darstellung der Frequenzgänge der Übertra-

- gungsstrecken (Haupt-, Sekundär-, Inversstrecke)
- Statusanzeigen (ANC-Ein/Aus, Stabilität, Adaption)
- Steuerungsfunktion
 - ANC- Ein/Aus per Mausklick
 - Initialisierung „ „
 - Einstellung der Initialisierungsmodi
 - Festlegung LMS-Parameter (z.B. Filterlängen)
- Einstellung der Signalvorfilterung
 - Auswahl Filtertypen, Filterberechnung
 - upload zur Steuereinheit
- Upload spezieller Parametersätze und neuer Firmwareversionen

3.2. Geräuschanalyse

Diese PC-basierende Software (Win95/98/NT) realisiert die typischen Aufgaben der Geräuschanalyse, wie sie bei ANC-Inbetriebnahmen oder Voruntersuchungen eingesetzt wird:

- 2-Kanal FFT-Analyse
- Terz/Oktavbanddarstellung
- Kohärenzanalyse, Prognose ANC-Dämpfungsleistungen

Die Benutzung dieser und o.g. Software auf einem mobilen PC (Laptop) ist besonders bei Inbetriebnahmen vor Ort sehr vorteilhaft.

4. Einsatzfälle NANCY®

4.1. Lüftungskanal mit großem Querschnitt

Gegenstand der Untersuchungen am Technikumsprüfstand (vgl. auch /1/) im Schalllabor der Fa. IBS, Ludwigshafen war der Einsatz der aktiven Schalldämpfung bei großen durchströmten Kanälen, wobei auch Frequenzen oberhalb der durch die Querschnittsabmessungen des Kanals bedingten Grenzfrequenz gedämpft werden sollten. Der Kanal mit einer Länge von ca. 10 m und einem Querschnitt von 1,5x 1,5m wurde deshalb auf einer Länge von ca. 5 m in vier gleich große kleinere Kanäle aufgeteilt, die mit Randkulissen belegt sind. An jeden dieser Teilkanäle wurde dann ein System **NANCY® 2000** installiert und entsprechend parametrisiert (Vorfilter bei Problemfrequenzen). Bild 2 zeigt die erreichten Dämpfungsleistungen, wobei dem Gebläsegeräusch noch ein 160 Hz-Ton überlagert wurde. Der Referenzpunkt befindet sich am Kanalaustritt, ca. 1m hinter der Kanalaufteilung. Zu erkennen ist, daß auch oberhalb der Grenzfrequenz, bezogen auf den großen Kanal ($f_{galt} \approx 110\text{ Hz}$), gedämpft wird. Erwartungsgemäß sind durch die Kanalaufteilung Dämpfungen bis zur Frequenz $f_{gneu} \approx 220\text{ Hz}$ nachweisbar.



Bild 2: ANC im durchströmten, unterteilten Kanal

4.2. Abgaskanal BHKW

Zielstellung bei diesem Projekt war die Dämpfung der tonalen Komponenten bei 50 und 100 Hz im Abgaskanal eines gasbetriebenen Blockheizkraftwerkes. Vor dem Schalldämpfer ist im Abgaskanal ein Wärmetauscher integriert, welcher die Abgastemperatur auf ca. 110°C begrenzt. Dadurch konnten die Aufwendungen für den Wärmeschutz der ANC-Komponenten, insbes. des Schallerzeugers, minimiert werden. siehe Bild 3.

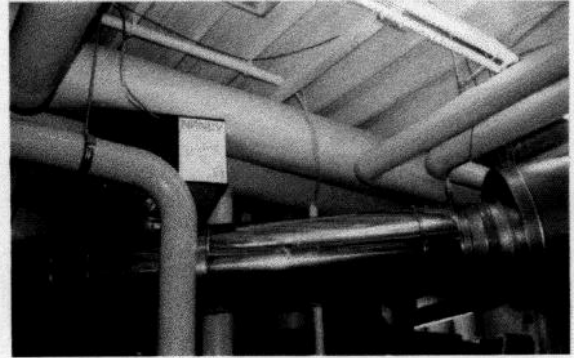


Bild 3: ANC im Abgaskanal eines BHKW

Die Lautsprecherbox enthält vier Lautsprecher, die über einen 500W Leistungsverstärker betrieben wird. Folgende Dämpfungsleistungen wurden am Fehlermikrofon gemessen:

| | |
|-------------|---------|
| 50 Hz Ton | > 40 dB |
| 100 Hz Ton | > 40 dB |
| Summenpegel | > 12 dB |

4.3. NANCY – weitere Installationen

Das System NANCY wurde außerdem bei den folgenden Einsatzgebieten installiert und erprobt:

- Lüftungs/Klimatechnik für
 - Rundfunkstudio
 - Hörsaal und Laborräume
- Abgasbereich von Heizungsanlagen (vgl. /2/)
 - Dämpfung der Brennergeräusche unterhalb 100 Hz
- Drehkolbengebläse (vgl. /3/)
 - Dämpfung der Töne bei 200, 400 und 600 Hz
- Fördergebläse (vgl. /4/)
 - Dämpfung des signifikanten Gebläsetones bei 400 Hz

5. Literatur

- /1/ Schulte;
Die Suche nach dem leisen Ton
VDI Nachrichten Nr. 41 1.5/10/99
- /2/ Deus, Schatz;
Aktive Schalldämpfung im Abgaskanal einer Heizungsanlage
Heizung Lüftung/Klima Haustechnik (VDI) 11/98
- /3/ Deus, Schatz, Neumann;
Aktive Schalldämpfung im Ansaugkanal von Gebläsen
Proceedings DAGA 98, Zürich
- /4/ Schatz, Rudloff, Ihrke;
Lärmsanierung durch Antischall
Zeitschrift für Lärmbekämpfung (DAL), 3/99