

Temanummer
Kalibrering

SVIB

VIBRATIONS

NYTT

Medlemsblad för Svenska Vibrationsföreningen

Årg 7 Nr 3 September 1989



De olika delarna i en piezoelektrisk accelerometer sätts samman

ENDEVCO 

tillverkar utrustningar för vibrations-, stöt- och tryckmätningar. Programmet är mycket komplett och innefattar allt från givare med tillbehör till analysutrustning.



ALVETEC AB representerar några av världens ledande tillverkare inom detta område. Vår ambition är inte bara att ha en väl balanserad produktmix från ledande leverantörer, utan vi vill också, att Du som kund skall känna att Du kan vända Dig till oss med förtroende. Vi har många års erfarenhet av våra produkter och vi känner våra leverantörer väl, vilket ger en trygghet som vi vill dela med oss av. Vår verksamhet består inte enbart av produktförsäljning utan vi ägnar också mycket tid åt rådgivande verksamhet och andra servicefrågor.



ALVETEC

Fältvägen 8, Box 8276, S-163 08 SPÅNGA
Telefon 08 - 36 29 60
Telex 08 - 12508 ALVTEC S
Telefax 08 - 760 41 62

SVIBs styrelse

Ordförande

Kjell Spång, VD
DNV Ingemansson AB
031 - 80 37 00

Vice ordförande

Göran Westerberg, civ ing
Akustik-Konsult AB
08 - 15 01 65

Sekreterare och kassaförvaltare

Alf Olsson, ing
Svenska Elektriska Kommissionen (SEK)
08 - 750 78 20

Övriga ledamöter:

Kjell Ahlin, tekn lic
3K Akustikbyrå AB
08 - 764 72 40

Magnus Björkman, ing
Skanska AB
08 - 753 84 32

Ronnie Lundström, docent
DNV Ingemansson AB
090 - 13 70 70

Anders Nilsson, prof
KTH, Teknisk Akustik
08 - 790 79 41

Arbetutskott

Vibrationsmätning och -analys 1

Olle Backteman, civ ing
AB Backteman Acoustics
08 - 664 50 20
0756 - 322 58

Fordons- och maskinvibrationer 2

Leif Frideen, civ ing
Atlas Copco AB
08 - 743 93 56

Trafik-, mark- och byggnads- vibrationer 3

Gösta Rundqvist, civ ing
Nitro Consult AB
0152 - 153 90

Vibrationers inverkan på människan 4

Peter Arnberg, docent
Akustik-Konsult AB
08 - 15 01 65

Innehåll

Metoder för kalibrering av givare för vibrations- och stötmätning <i>Sven Eskilsson</i>	sid 4
Fabrikskalibrering av accelerometrar hos Brüel & Kjær, Nærum, Danmark <i>Rolf Eklund</i>	10
Kalibrering av accelerometrar <i>Sven Eskilsson</i>	18
Kalibrering av accelerometrar vid AB Bofors <i>Lars Gustafsson</i>	20
Accelerometerkalibrering vid Volvo Lastvagnar <i>Anders Granhäll</i>	22
Kontroll och kalibrering av vibrationsgivare vid ABB STAL <i>Mats Rosander</i>	26
Riksmätplats för acceleration <i>Hans Jonasson</i>	31
Kalibrering av hastighetsgivare vid Nitro Consult AB <i>Dag Linderholm</i>	32
Nytt europeiskt arbete på vibrationsområdet	38
Kurser och konferenser	44
Läsvärt	52

Annonskostnad:

Helsida	SEK	4 000:-/år
1 st baksida + 2 helsidor		5 000:-/år
Halvsida		2 000:-/år

Medlemsavgift: 150:-/år

SVIBs kansli

Box 1288
164 28 KISTA
Ulla Nordin
Alf Olsson

Besöksadress:
c/o SEK, Kistagången 19, plan 7

Telefon: 08 - 750 78 20
Telex: 17109 elnorm s
Telefax: 08 - 751 84 70

SVIBs postgiro: 98 69 56 - 1
SVIBs bankgiro: 441 - 3571

Metoder för kalibrering av givare för vibrations- och stötmätning

Orientering om internationell standard

Inledning

En internationell standard, ISO 5347, är framtagen och med stor majoritet godkänd för användning. Standarden är under tryckning och beräknas utkomma 1990. Kopior av granskningsexemplaren, med införda rättelser, finns tillgängliga på SVIBs kansli.

Grunden för standarden togs fram i Sverige för ca 10 år sedan och tiden därefter har huvudsakligen använts för att lotsa den genom arbetsgrupper, subkommitté och internationella omröstningar.

Standarden består av ca 20 separata delar, där varje del skall kunna användas separat och förstås av en laboratorietekniker. För att inte onödigtvis låsa upp utvecklingen så är som regel inte apparaturen standardiserad utan endast metoderna och kraven på utrustningen.

Standarden är en typisk kompromissprodukt där, för att få den accepterad, de bästa lösningarna många gånger inte kunnat användas.

Standarden kan delas in i fyra huvuddelar:

- Sammanfattande och grundläggande del
- Kalibrering av huvudnormaler

- Kalibrering av arbetsnormaler och bruksgivare
- Inverkan av miljö och omgivning

Standardens delar

Sammanfattande och grundläggande del
Part 0. Basic concepts

Kalibrering av huvudnormaler

Part 1:

Primary vibration calibration by laser interferometry

Part 2:

Primary shock calibration by light cutting

Part 6:

Primary vibration calibration at low frequencies

Part 7:

Primary calibration by centrifuge

Part 8:

Primary calibration by dual centrifuge

Part 10:

Primary calibration by high impact shocks

Kalibrering av arbetsnormaler och bruksgivare

Part 3:

Secondary vibration calibration

Part 4:
Secondary shock calibration

Part 5:
Calibration by Earth's gravitation

Part 9:
Vibration calibration by comparison of
phase angles

Inverkan av miljö och omgivning

Part 11:
Testing of transverse vibration sensi-
tivity

Part 12:
Testing of transverse shock sensitivity

Part 13:
Testing of base strain sensitivity

Part 14:
Resonance frequency testing of un-
damped accelerometers on a steel block

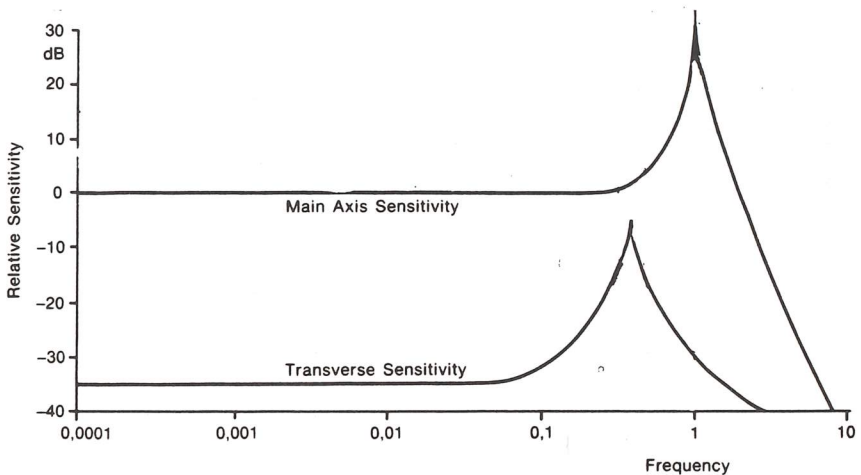
Part 15:
Testing of acoustic sensitivity

Part 16:
Testing of mounting torque sensitivity

Part 17:
Testing of fixed temperature sensitivity

Part 18:
Testing of transient temperature sen-
sitivity

Part 19:
Testing of magnetic field sensitivity



Typisk frekvensresponskurva för accelerometer

Grundprincip vid kalibrering

Grundenhet vid kalibreringsarbetet skall vara längd, vid metod 1 och 6 definierad ur våglängden hos heliumneon-laser, samt tid.

Huvudprincip är sedan att givarens känslighet (gäller även givare för stötmätning) bestäms vid en enda standardiserad amplitud, som kan vara 100 m/s^2 och en enda standardiserad frekvens t ex 160 Hz. Dessa kallas för referensamplitud och referensfrekvens och är ofta bundna till en enda förstärkare och en enda inställning på denna. Känsligheten vid andra amplituder och frekvenser, vid stötar samt ibland även avvikelser vid miljöpåverkan anges som avvikelser från känsligheten vid referensamplituden och referensfrekvensen.

Beroende på användning och givaretyp skall naturligtvis olika referensamplituder och referensfrekvenser användas. Huvudkalibreringsmetod är dock kalibrering på elektrodynamisk vibrator av en huvudnormal tillsammans med sin förstärkare med standardiserad inställning vid 100 m/s^2 (10 m/s^2 andrahandsval) och 160 Hz (80 Hz andrahandsval) med hjälp av heliumneonlaser och frekvensräknare. Vid referensfrekvensen och referensamplituden beräknas onoggrannheten $\pm 0,5 \%$ kunna uppnås.

Kalibreringsmetoder

Kalibreringen med heliumneonlaser, beskriven i del 1, kräver omfattande

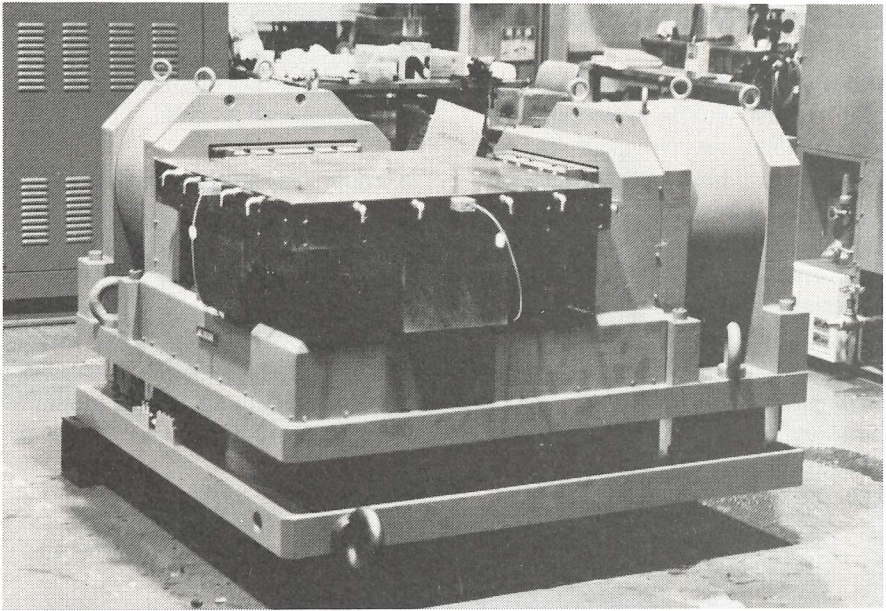
utrustning och stor erfarenhet hos personalen. Den utförs därför endast hos tillverkare och etablerade riksmätplatser vilka då kalibrerar huvudnormaler, som sedan används i det dagliga kalibreringsarbetet. Detta kallas för secondary calibration och är beskrivet i del 3.

För kalibrering vid konstant acceleration eller vid låga frekvenser kan accelerometern roteras i det lokalt bestämda jordgravitationsfältet eller också körs den i centrifug varvid radien till känselementet måste kunna bestämmas noggrant. Kalibrering vid höga accelerationer och låga frekvenser sker genom att accelerometern placeras på ett roterande bord på centrifugen.

Metoden för primär kalibrering av stötgivare (metod 2) är mycket primitiv och används sällan. Accelerometern, som skall kalibreras, monteras på ett städ som accelereras med hjälp av en fallvikt. Den integrerade signalen från accelerometern jämförs med den uppmätta hastighetsändringen hos städet varvid känsligheten kan beräknas.

Genomgående kalibreras enligt metod 4, varvid som normal används en accelerometer av sund och tekniskt god konstruktion, som kalibrerats på vibrator. Metod för kalibrering med laservelocimeter är framtagen men accepteras för närvarande ej då den inte är tillräckligt utprovad.

Fleraxliga vibrationstestsystem med slaglängd upp till 2"



3-axlig test ger avsevärd reduktion i tid och fixturkostnad.
Komplett program för sinus- och random-tester.

Kontakta oss för ytterligare information!

ABEM
ELEKTRONIK

Box 20086, 161 02 Bromma 08-764 60 60

För kalibrering vid mycket höga accelerationer och korta stigtider föreskrivs att accelerometern placeras i änden av en smal stång. Den andra änden ges ett slag som startar en stötvåg i stången. Referens är här den uppmätta töjningen i stången.

För bestämning av fasvridningen i givare saknas fortfarande en primär metod varför kalibrering får ske genom jämförelsemätning vilket är en stor brist.

Inverkan av miljö och omgivning

Ett antal relativt enkla provningar är specificerade för att vi skall få en uppfattning om hur accelerometern svarar på yttre påverkan. Det är tväracceleration, åtdragningsmoment på skruvar, töjning i underlaget, temperatur, temperaturändring samt ljud- och magnetfält.

Felanalys

Till varje kalibreringsmetod hör en, något förenklad och schematiserad, anvisning för onoggrannhetsanalys.

Trots förenkling blir uttrycken ändå i längsta laget för ingenjörsmässig användning.

Det föreskrivs vilka konfidensnivåer som skall användas, hur såväl tillfälliga som systematiska fel beräknas samt slutligen hur totalonoggrannheten fås fram dels i kalibreringspunkterna och dels vid generell användning.

Rent allmänt hamnar totalonoggrannheten vid $\pm 10\%$ av mätvärdet. Om speciell omsorg iakttas kanske den kan nedbringas till 3 - 5 %.

Genom en mycket omfattande undersökning där accelerometrar från olika tillverkare cirkulerats mellan olika laboratorier världen över har konstaterats att primär kalibrering till $\pm 0,5\%$ av mätvärdet för en enda frekvens, en enda amplitud och en enda förstärkareinställning är fullt möjlig men att något generellt avsevärt bättre är svårt att uppnå.

Sven Eskilsson



INGEMANSSON

AKUSTIK · MEKANIK

**Vibrationsteknik
Strukturmekanik
Signalanalys**



DNV INGEMANSSON AB. Ett företag i VERITAS-gruppen.

GÖTEBORG

Gullbergs Strandgata 6,
Box 278, 401 24 Göteborg.
Tel. 031-80 37 00.
Telefax 21740 Ingac S
Telefax 031-15 66 22.

STOCKHOLM

Instrumentvägen 31,
Box 43215,
10072 Stockholm.
Tel. 08-744 57 80.
Telefax 08-18 26 78.

MALMÖ

ABC-Husen
John Ericssons väg,
217 61 Malmö.
Tel. 040-710 35.
Telefax 040-91 47 70.

ÖRNSKÖLDSVIK

Nygatan 17,
891 33 Örnsköldsvik.
Tel. 0660-821 75.
Telefax 0660-834 11.

JÖNKÖPING

Box 6016,
550 06 Jönköping.
Tel. 036-14 24 80.
Telefax 036-14 06 80.

UMEÅ

V. Esplanaden 2,
902 48 Umeå.
Tel. 090-13 70 70.
Telefax 090-13 09 24.

GÄVLE

Box 11064,
800 11 Gävle.
Tel. 026-10 29 29.

Fabrikskalibrering av accelerometrar hos Brüel & Kjær, Nærum, Danmark

Brüel & Kjær tillverkar en mängd olika typer av piezoelektriska accelerometrar optimerade för olika applikationer, exempelvis mätning av låga nivåer av storleksordningen $0,03 \text{ mms}^{-2}$ eller mätning av stötförlopp upp till en miljon ms^{-2} .

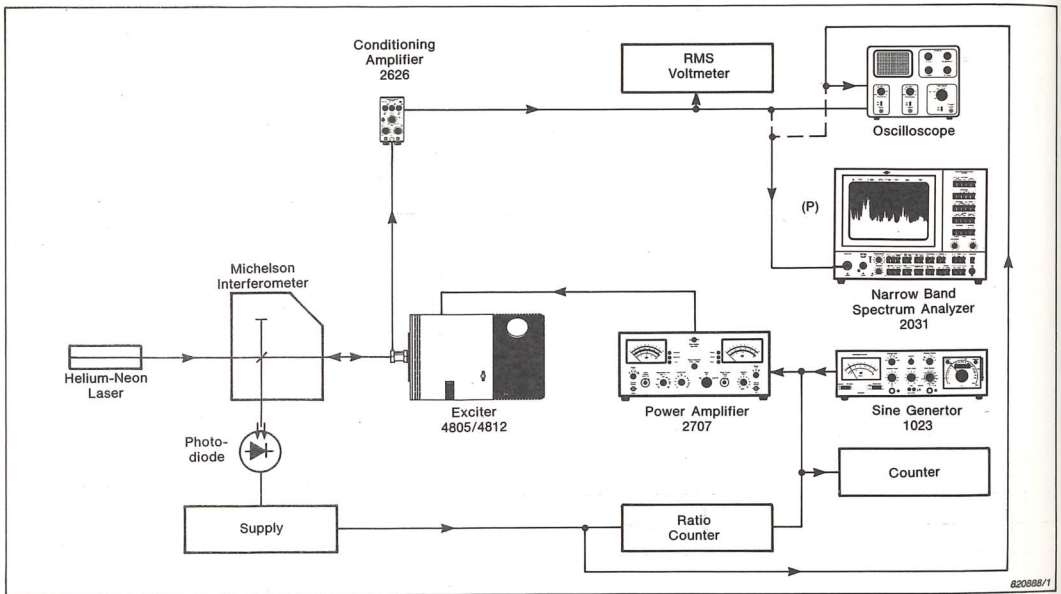
De metoder för kalibrering av känslighet som för närvarande används är absolutmetoden (med hjälp av laserinterferometer) och jämförelsemetoden, också kallad "back to back"-metoden.

Absolutmetoden

Figur 1 visar den mätutrustning som används för kalibrering av standard

referensaccelerometer typ 8305 och kalibreringsset typ 3506 bestående av typ 8305 och laddningsförstärkare typ 2626. Laserinterferometern är en Michelson Interferometer som mäter topp till topp-värdet av förskjutningen av referensaccelerometern 8305. Accelerationen beräknas med hjälp av detta värde och den på frekvensräknaren avlästa frekvensen. Känsligheten erhålls genom att mäta den elektriska utsignalen från accelerometern och dividera denna med värdet av accelerationen.

Den exciteringsfrekvens som används är 160 Hz och accelerationsnivån är 10 ms^{-2} .



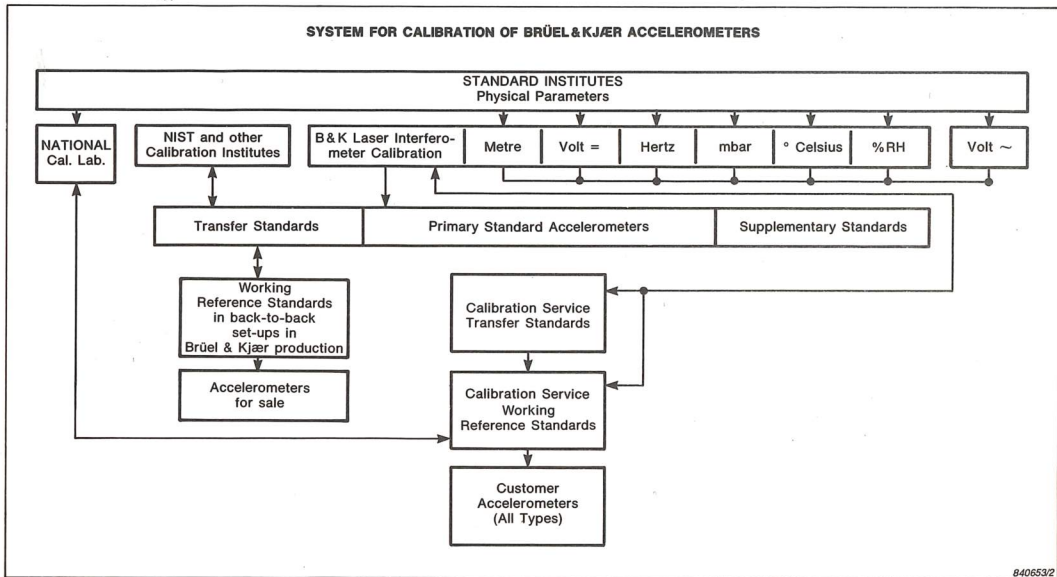
Figur 1

Den beräknade onoggrannheten av en absolutkalibrering av kalibreringsset 3506 och referensaccelerometer 8305 är 0,6 % vid en konfidensnivå av 99 %.

Spårbarheten till NIST (National Institute of Standards and Technology) är säkerställd genom att två kalibreringsset 3506 från Brüel & Kjær kalibrerings-

laboratorium regelbundet sänds till NIST i USA.

Denna procedur säkerställer att Brüel & Kjær's absolutkalibreringsutrustning är i överensstämmelse med och spårbar till NIST med avseende på kalibrering av standard referensaccelerometer 8305 och kalibreringsset 3506.



Figur 2

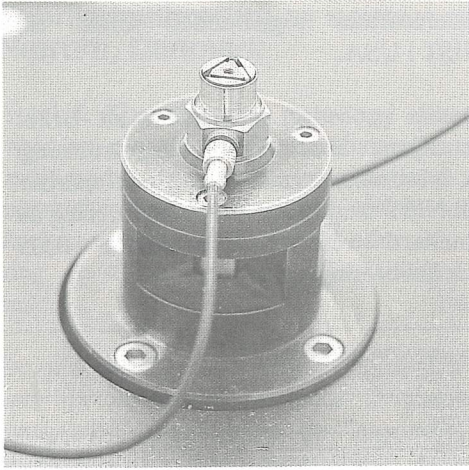
Figur 2 visar en översikt över kalibreringshierarkin hos Brüel & Kjær.

Jämförelsemetoden

Jämförelsekalibrering med hjälp av den s k "back to back"-metoden är den metod som används i produktionen och den görs i två steg.

Första steget inträffar just efter hop-sättningen av accelerometern men före

svetsningen av accelerometers ytter-hölje (Figur 3). Anledningen till denna "förkalibrering" är att kontrollera och eventuellt justera accelerometers känslighet till de uppställda specifikationerna. Beroende på vilken accelerometer-typ det är fråga om justeras känsligheten antingen genom att svetsa på en ringformad tilläggs massa eller genom att skruva fast en massa på det seismiska elementet. Detta kalibre-



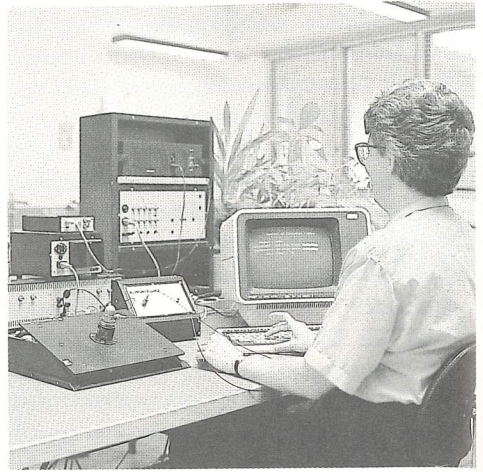
Figur 3

rings-justeringsförfarande pågår tills specifikationerna innehålls.

Det andra steget är den slutliga kalibreringen av accelerometern. Denna föregås då i de flesta fall av en frekvensresponskalibrering.

Mätsystemet för jämförelsekalibrering framgår av figur 4. Systemet består till sina huvuddelar av en vibrator typ 4808, en effektförstärkare 2712, en referensaccelerometer 8305 monterad i en speciell fixtur, en datorstyrd signal-konditioneringsenhet samt en dator som styr och kontrollerar mätförfarandet. Som en detalj i systemet kan nämnas den fasdetektor som kontrollerar att accelerometrarnas polariseringsriktning är korrekt.

Referensaccelerometern och den accelerometer som skall kalibreras monteras



Figur 4

"back to back" vilket betyder att de kommer att utsättas för samma vibrationsnivå. Eftersom ingångsnivån är densamma är förhållandet av utgångssignalen också förhållandet mellan accelerometrarnas känslighet. Följaktligen beräknas känsligheten av den okända accelerometern som känsligheten av standard referensaccelerometern multiplicerad med förhållandet mellan deras utgångssignaler.

Den beräknade onoggrannheten av jämförelsemetoden är 1,12 % vid en konfidensnivå av 99 %.

För att säkerställa spårbarhet och därmed också noggrannheten av detta halvautomatiska kalibreringssystem har man utvecklat ett speciellt verifieringssystem bestående av följande utrustning:



One instrument is all you need!

Real Time Analyzer 830:

- Portable
- One-third Octave Band Digital Filters
- Level vs. Frequency Measurements
- Level vs. Time Measurements
- Sound Intensity Measurements
- Reverberation Time Measurements
- Absorption Coefficient Measurements
- Internal NE-BASIC Software Programming Facility
- Built-in Floppy Disk Drive. PC-readable
- RS-232 and IEEE Interfaces

All this and Dual Channel FFT too!

NW **NORWEGIAN
ELECTRONICS**ab

Box 9006 · S-70009 ÖREBRO · Tel 019-245080

- två standard referensaccelerometer 8305
- en laddningsförstärkare 2626
- en precisionskapacitans på 1000 pF

Själva verifieringen består av fyra procedurer.

1. Daglig procedur

Denna utförs varje morgon och är en verifiering av systemets förmåga att mäta laddningskänslighet. Proceduren är följande: en av referensaccelerometrarna ansluts via förstärkaren och precisionskapacitansen till kalibrerings-systemets ingång. Därefter görs två mätningar vid en vibrationsnivå på 100 ms^{-2} och med specificerade inställningar av digitalvoltmeter och förstärkare. Resultatet lagras i en historisk fil och jämförs med det lagrade referensvärdet. En avvikelse större än 0,5 % betyder att en giltig kalibrering inte kan utföras.

2. Veckoprocedur

En gång per vecka verifieras systemets förmåga att mäta både laddnings- och spänningskänslighet. Det är en mera omfattande procedur än den dagliga och båda de i systemet ingående referensaccelerometrarna används vid denna verifiering.

3. Månatlig procedur

I denna procedur ingår att båda referensaccelerometrarna och förstärkaren kontrolleras med laserinterferometrin. Max tillåten avvikelse från originalvärdet är 0,2 %.

4. Årlig procedur

Vid denna kalibreras också förstärkare och precisionskapacitans mot spårbara standarder.

Känslighetskalibrering av accelerometrar, som beskrivs här, är inte den enda parameter som bestäms vid tillverkningen av accelerometrar.

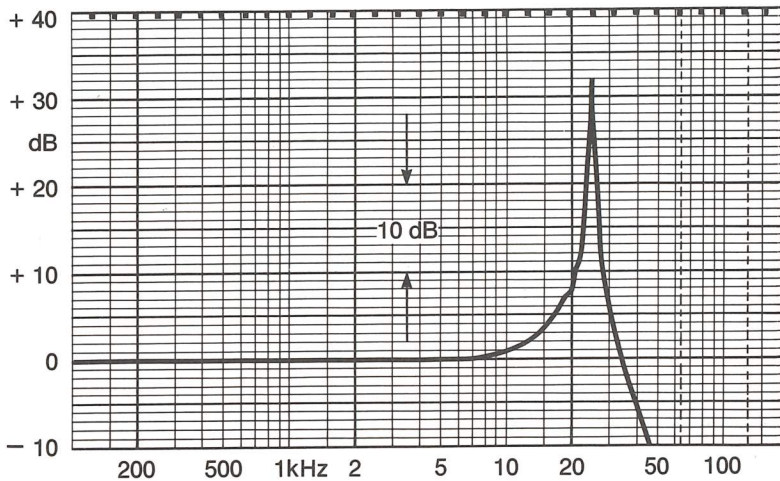
Följande parametrar är individuellt uppmätta för varje accelerometer som lämnar fabriken:

- Frekvensrespons (monterad)
- Tvärkänslighet
- Capacitans

Utan att närmare beskriva hur uppmätning av dessa parametrar utförs kan nämnas att mätning av frekvensrespons görs individuellt på de accelerometer-typer där resonansfrekvensen är lägre än cirka 50 kHz. Ett exempel på detta visas i figur 5.

Tvärkänsligheten uppmäts vid en acceleration av 100 ms^{-2} och en frekvens av 30 Hz vinkelrätt mot huvudaxeln samtidigt som accelerometern roterar. Resultatet av denna mätning är den maximala tvärkänsligheten som inte får överskrida det för respektive typ specificerade värdet. Detta är för de flesta typer 4 %. Mätningen ger också en uppgift om riktningen för minimum tvärkänslighet som märks med en röd punkt på accelerometern.

Mounted Resonance Frequency



870498

Figur 5

Accelerometerns kapacitans kan definieras som förhållandet mellan laddnings- och spännskänsligheten. Det är också utifrån dessa båda kalibreringar som kapacitansen bestäms.

Till samtliga accelerometrar medföljer ett kalibreringskort, se figur 6, som förutom de individuellt uppmätta

värdena också innehåller uppgifter om respektive accelerometertyps miljötålighet. Uppmätningen av dessa faktorer görs enligt de standarder och riktlinjer som upprättats.

Exempel på enbart typuppmätta parametrar är

Calibration Chart for Accelerometer Type 4382



Serial No. Brüel & Kjær

Reference Sensitivity at 50 Hz, 100 ms⁻²

and °C

Charge Sensitivity* pC/ms⁻² or pC/g

Voltage Sensitivity* (incl. AO 0038)

..... mV/ms⁻² or mV/g

(Voltage Preamp. input Capacitance: 3,5 pF)

Capacitance (incl. cable) pF

Typical Capacitance of cable AO 0038 110 pF

Maximum Transverse Sensitivity

(at 30 Hz, 100 ms⁻²) %

Typical Undamped Natural Frequency 51 kHz

Typical Transverse Resonance Frequency, using Ex-citer Table 4290, with accelerometer mounted on a Tita-nium cube by a 10 - 32 UNF-2A steel stud, mounting torque 1,8 Nm and greased surfaces:

..... 10 kHz

Polarity is positive on the center of the connector for an acceleration directed from the mounting surface into the body of the accelerometer

Resistance minimum 20.000 MΩ at room temperature

Date: Signature:

1 g = 9,807 ms⁻² or 10 ms⁻² = 1,02 g

* This calibration is traceable to the National Bureau of Standards - Washington D.C.

BC 0162-12

Environmental:

Humidity: Welded, Sealed

Temperature Range: -74 to +250 °C (-100 to +482 °F)

Max. Shock Acceleration: 20 kms⁻² peak

Typical Magnetic Sensitivity (50 Hz - 0,03 T):

1 ms⁻²/T

Typical Acoustic Sensitivity: 0,002 ms⁻² at 154 dB SPL

(2 - 100 Hz)

Typical Base Strain Sensitivity (at 250 με in base

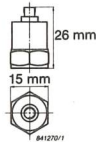
plane): 0,01 ms⁻²/με

Typical Temperature Transient Sensitivity (3 Hz LLF):

0,1 ms⁻²/°C

Specifications obtained in accordance with ANSI S2.11-1969

Physical:



Electrical Connector:
Coaxial 10 - 32 UNF-2A

Material: Titanium, ASTM Grade 2

Sensing Element: Piezoelectric, type PZ 23

Weight: 17 gram

Construction: Delta Shear

Mounting Thread: 10 - 32 UNF-2B

Mounting Stud: 10 - 32 UNF-2A x 13 mm, steel

Mounting Surface Flatness: <3 μm

Mounting Torque: Normal 1,8 Nm. Min. 0,5 Nm.

Max. 3,5 Nm

Seismic Mass: 6,6 gram

Center of Gravity of Seismic Mass: 12,1 mm from

mounting surface on central axis

Center of Gravity of Accelerometer: 9,7 mm from

mounting surface on central axis

For further information see B & K "Piezoelectric Accelerometer and Preamplifier" handbook



870496

Figur 6

- Temperaturtransientkänslighet
- Temperaturkänslighet
- Töjning i underlaget
- Akustisk känslighet
- Magnetisk känslighet
- Temperaturgränser
- Stötgränser

Avslutningsvis kan nämnas att accelerometrar avsedda för mätning av mycket höga nivåer genomgår en speciell chocktest. Provutrustningen består

av en speciell tryckluftshammare som kan ge nivåer upp till cirka 800 000 ms⁻² samt en specialfixtur där accelerometern monteras. Under provet utsätts accelerometern för 100 slag per sekund under en tid av 1 minut.

Chockprov görs också stickprovvis på andra accelerometertyper. Provobjekten utsätts då för totalt 100 slag vid en specificerad maximal accelerationsnivå.

Rolf Eklund

TRAS

Systemet för mångkanalig signalinsamling och signalanalys

TAPS

TRAS Application Programming Services

- Att ta vara på TRAS systemets alla möjligheter
- Mätteknisk rådgivning
- Analysteknisk rådgivning
- TRAS relaterad konsulting



TRAS-VCD Custom Design

- Modulärt koncept, många byggelement
- Maximala prestanda
- Programvarumässigt gränslöst, öppet
- Kundenpassade applikationer
- Fleranvändarmiljö

TRAS-VDA Data Analysis

- 4GL-liknande programverktyg
- Utvecklingsmiljö för avancerade analyser
- Central behandling av mätdata
- Specialistverktyg
- Central månganvändarmiljö

TRAS-VP Personal

- Applikationslösningar
- Lättanvänt personligt verktyg
- Portabelt
- Fullt kompatibelt med övriga TRAS-V produkter
- Höga prestanda till låg kostnad



3K SYSTEMS AB

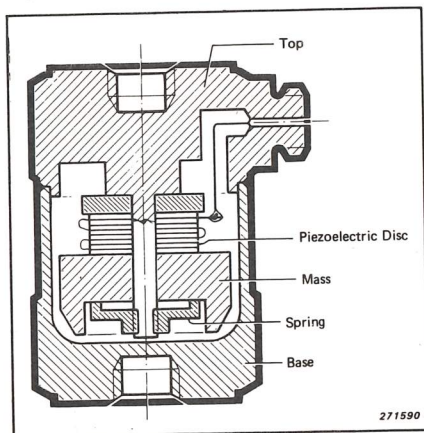
Box 3518, 172 03 Sundbyberg, Tel 08 - 764 72 40

Kalibrering av accelerometrar

SAAB-SCANIA, Linköping

Vid Flygdivisionens Utprovningsavdelning är Roland Lindell chef för mätkontorets kalibreringslaboratorium. Han har mer än 30-årig erfarenhet av kalibrering av accelerometrar.

Roland berättar att så gott som alla vibrationsgivare och accelerometrar ankomstkontrolleras genom kalibrering vid utvalda frekvenser och amplituder inom aktuellt mätområde. Med undantag för kristallaccelerometrarna, som kalibreras tillsammans med en standardförstärkare, så sker kalibrering alltid tillsammans med samhörande förstärkarkort i flygplanets mätsystem varvid även en viss trimning av förstärkningen sker.



Referensaccelerometer

Flera hundra accelerometrar nykalibreras varje år vartill kommer regelbundna omkalibreringar med ett halvt till ett års intervall.

Kalibreringsvärdena matas in och lagras i Saabs provutvärderingsdatorer så att provingenjörerna vid senare utvärderingar får mätvärdena direkt i ingenjörsmässiga enheter.

För huvuddelen av kalibreringsarbetet använder Roland med medarbetare två vibratorer från Brüel & Kjær, dels typ 4815, där man kalibrerar en accelerometer åt gången i serie med normalen och dels typ 4813 där, när frekvensområde och noggrannhetskrav tillåter, flera accelerometrar kalibreras åt gången placerade parallellt med normalen.

Som normaler används två kalibreringsset: Brüel & Kjær 3506 (accelerometer 8305S och förstärkare 2626), som sänds till Brüel & Kjær i Köpenhamn för omkalibrering vartannat år. På så sätt är spårbarhet garanterad till National Institute of Standards and Technology.

Kalibreringsintervall på två år kan synas långa, men enligt vår erfarenhet är den här givaretypen mycket stabil så att inga ändringar uppträder i givarekänsligheten mellan kalibreringstillfällena.

För det lägsta frekvensområdet upp till ca 20 Hz kalibreras med en långslagit vibrator tillsammans med ett luftlagrat horisontellt bord. Typbeteckning är APS Model 129.

Normal är en linjär potentiometer som kalibreras statiskt. Ett starkt önskemål är anskaffning av laservelocimeter så att även dynamisk kalibrering av referensen kan erhållas.

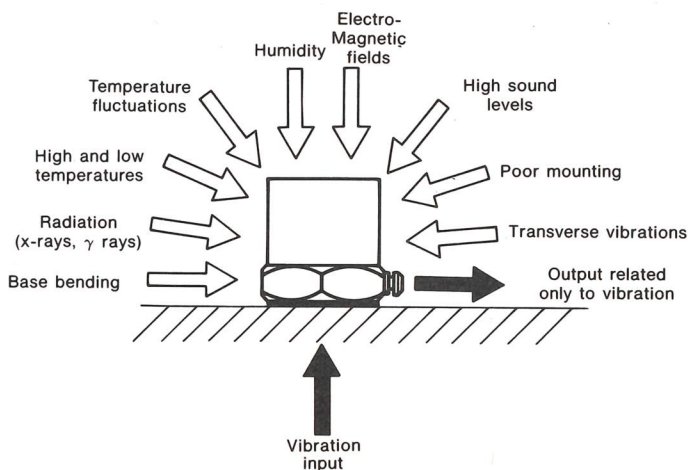
Speciellt för kalibrering av gyron och accelerometrar använder Roland ett torquemotor-precisionsstyrkt och precisionslagrat rotationsbord, som dels kan ges en fram- och återgående rörelse för kalibrering av vinkelhastighet och dels kan roteras i både horisontell och vertikal led. Vid rotation i vertikal led

kalibreras accelerometrar till $\pm$ jord-accelerationen (lokalt värde är bestämt) och inom området 0 - 3 Hz.

För kalibrering av trådtöjnings-, piezoresistiva och servoaccelerometrar vid konstanta accelerationer upp till 500 m/s^2 används ett centrifugalbord som kan roteras upp till 5,5 varv/s och där givarna placeras på radien 0,5 m.

En annan stor användare av accelerometrar är Flygdivisionens vibrationsprovlaboratorium. Detta förestås av Göran Seger, som har ett eget kalibreringsset Brüel & Kjær 3506. Detta kalibreras en gång per år hos Roland Lindell och används sedan för den regelbundna kalibreringen av såväl arbetsaccelerometrar som kraftgivare.

Sven Eskilsson



Olika miljöfaktorer som kan påverka en mätgivare

Kalibrering av accelerometrar vid AB Bofors

Vid AB Bofors är samtliga mätдон registrerade i ett administrativt system, MAS, där varje mätдон (givare, mätförstärkare etc) äger ett grupp- och individnummer.

Genom MAS anmodas mätдonsinnehavare regelbundet att vid föreskriven tidpunkt lämna mätдон för kalibrering på angivet kalibreringsställe.

Accelerometrar och mätförstärkare kalibreras vid robotdivisionens sektion för instrumentservice, RUP 3 (ackrediterad mätplats AMP 17).

Vanligen kalibreras accelerometrar och förstärkare var 12:e månad, men även tätare intervall förekommer, t ex 6 mån för accelerometrar som tillhör miljölaboratoriet.

Accelerometrar kalibreras genom jämförelse med en referensaccelerometer monterad i tandem på en servostyrd elektrodynamisk vibrator. Vibrationsnivå: , 30 g sinus 160 Hz.

Vid kalibrering av piezoelektriska accelerometrar används en analog nollkomparator mellan referens och kontrollkanal. Sökt kalibreringsvärde är den känslighetsinställning på den kontrollerade accelerometers laddningsförstärkare som ger minsta komparatorsignal.

Accelerometers kapacitans uppmäts.

Resistiva accelerometrar kompletteras vanligtvis med ett resistansnät så att anpassning fås till de i Bofors klassiska bryggförstärkarna, bf-system. Härigenom kan den resistiva shuntkalibreringens fördelar nyttjas.

Vid kalibreringen används samma referensaccelerometer som vid piezoelektriska accelerometrar, dock jämförs referens och kontrollkanal med hjälp av 2 st DVM, ac-område, och kalibreringsvärdet beräknas.

Efter kalibrering förses accelerometern (läs etui) med kalibreringsvärde, ev kapacitans, kalibreringsdatum samt ett märke som anger nästa kalibreringsmånad. Uppgifterna lagras i MAS där ändringar hos kalibreringsvärdet genom åren kan studeras.

Referensaccelerometer BoK typ 8305 med tillhörande laddningsförstärkare BoK typ 2626 kontrolleras var 24:e månad hos BoK, Danmark.

Vid behov kontrolleras referensaccelerometern mot en normalaccelerometer Kistler typ 808k med tillhörande laddningsförstärkare Kistler typ 561T3, kalibrerade vid PTB, Tyskland.

Onoggrannheten hos kalibreringsvärdet beräknas till 1,5 - 2 % beroende på accelerometers mätområde.

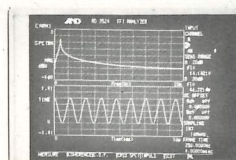
Lars Gustafsson

FFT-ANALYS

AD-3524/25

Tvåkanals spektrumanalysator för avancerade mätningar och analys i labbet och ute i fält.

AD-3524 FFT ANALYZER



- 84 dB dynamik
- Upp till 100 kHz bandbredd
- Valbar frekvensupplösning
- Valbart antal samplingpunkter
- GPIB-interface
- Zoom 2000 ggr

- Transfer, koherens, varvtal, ljudintensitet, 1/1- och 1/3-oktav, lis-sajou och mycket mera
- Inbyggd printer



PL22

Det verkliga fältinstrumentet som du bär runt halsen. Väger bara 4 kg. Fuktsäkert enligt IP 65. Mycket lätt att använda.

- Två kanaler
- 20 kHz bandbredd

- Valbar frekvensupplösning
- Stort antal beräkningsalgoritmer
- 250 mätningar kan lagras
- Utskrift från printer
- Överföring till PC för lagring och trendjämförelser



DesiMeter Ab
ett Lagercrantz-företag

DesiMeter Ab
Box 985
191 29 Sollentuna
08-754 9490

Accelerometerkalibrering vid Volvo Lastvagnar

Kalibreringslaboratoriet tillhör gruppen "Instrument och mätmetoder" inom sektionen "Data och mätteknik". Förutom accelerometrar kalibreras här även givare för kraft, tryck, temperatur m m. Två personer arbetar med kalibreringarna, Wendel Stenman, som har mer än 10 års refarenhet, och Stig Söderström med ca 1 års erfarenhet.

Den helt dominerande accelerometer-typen är den piezoresistiva, men det förekommer även enstaka exemplar av andra typer, t ex resistiva, servo och piezoelektriska.

Det kalibreras ungefär 300-500 accelerometer/år och önskemålet från Wendels sida är att få in accelerometrarna två gånger varje år. Utöver detta gärna extra kalibreringar före och efter speciellt viktiga prov. Det är också rutin att kalibrera alla accelerometrar som lämnats in för service, även om anledningen är så enkla problem som skadade kablar och liknande. Ansvar för att kalibrering verkligen görs med lämpliga intervaller ligger dock hos den mätansvarige.

Alla nya accelerometrar leveranskontrolleras - det rör sig om ca 30 per år.

De metoder som används är statisk kalibrering med hjälp av jordens gra-

vation och jämförelsekalibrering med sinusformad excitering. Det pågår även utveckling av en metod för stötkalibrering, men denna är inte i drift än.

Jordens gravitation är nog bestämd i kalibreringslaboratoriet och man kan alltså få en statisk kalibrering för 2 g genom att helt enkelt vända accelerometern.

Kalibrering med sinusexcitering görs med följande utrustning: vibrator Brüel & Kjær 4805 och 4813, effektförstärkare Brüel & Kjær 2707, signalgenerator Brüel & Kjær 1050 och två voltmetrar, Schlumberger 7075 för referensen och Datron 1281 för mätobjektet. Eftersom de piezoresistiva accelerometrarna är lågimpediva kan man mäta direkt på dem med voltmeter utan någon förförstärkare. De, ganska få, piezoelektriska accelerometrar som kommer in har oftast förförstärkare med sig, men det finns även laddningsförstärkare tillgänglig som används till ensamma piezoelektriska.

Vibratorn är placerad på ett betongbord som väger ca 1000 kg och som är vibrationsisolerat uppställt på luftfjädrar.

Som referens används i regel en Brüel & Kjær 3506, men det finns även en referensaccelerometer från PCB. Den-

na används främst till stötkalibreringsutrustningen.

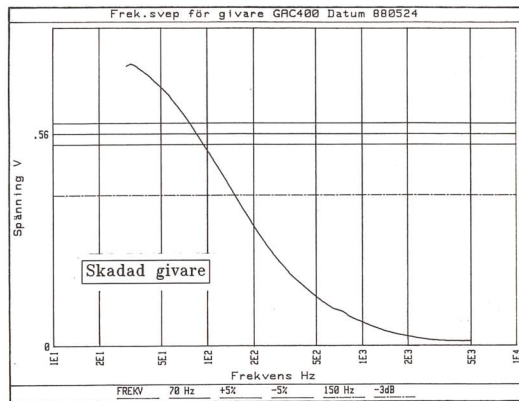
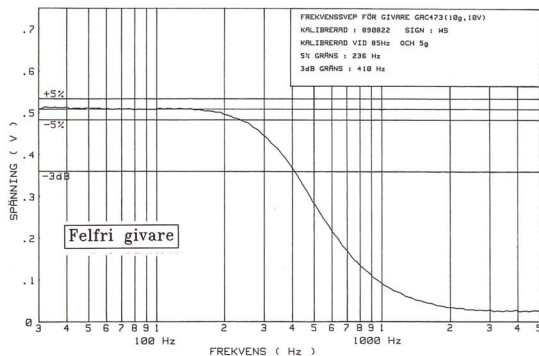
Referensen kalibreras vartannat år vid PTB. Som en extra kontroll av att utrustningen är stabil görs mätningar på en välkalibrerad standardaccelerometer från Entran som endast används för detta ändamål. Vi gör även jämförelsekalibreringar med kalibreringslaboratoriet vid Volvo Personvagnar.

Hela proceduren styrs av en HP 9000-dator - det är endast montering och ett fåtal andra handgrepp som måste göras manuellt.

Kalibreringsområdet för sinussignal är 0,5 g till 20 g RMS för frekvensområdet

25 Hz till 5 kHz. Uppskattad onoggrannhet är ca 2 %. Spridningen mellan upprepade mätningar är dock mycket liten, ett typiskt värde är ca 0,1 %, och ofta är den ännu mindre.

Vid normal kalibrering görs dels ett frekvenssvep, dels en linearitetskontroll. Frekvenssvepet sker vid en acceleration som är ungefär halva nominella mätområdet för accelerometern. Detta ger en frekvenskurva där även 5 %- och 3 dB-punkterna anges. Lineariteten kontrolleras vid en fast frekvens, 85 Hz, 160 Hz eller 300 Hz, beroende på givartyp. Kontrollen görs i två moment. Först ändras accelerationen i ganska stora steg tills man finner den punkt där linearitetsfelet går över 1 %. Om denna



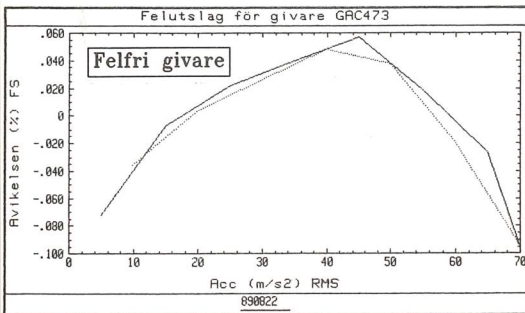
Frekvenssvep för felfri och skadad givare

Figurerna visar dels en felfri, dels en skadad givare. Figurernas skalor är

något olika, beroende på att de ritats med olika generationer av programmet.

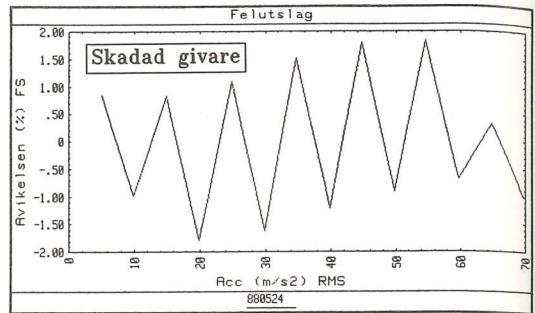
punkt ligger lägre än det nominella mätområdets övre gräns indikerar det att accelerometern är defekt på något sätt. För en normal accelerometer ligger 1 %-punkten högre och man får genom denna mätning veta hur mycket överstyrningsmarginal man har. I nästa mätning stegar man i små steg (0,5 g) upp och ned inom det nominella mätområdet. Från denna mätning ritas

en linearitetskurva och man får även fram individuella värden på mätområde och känslighet. Det är väsentligt att stega i små steg eftersom en givare mycket väl kan förefalla linjär för låga och höga accelerationer men ändå ha stora linearitetsfel vid medelhöga värden. Slutligen görs shuntkalibrering för några olika resistansvärden.



Observera att den felfria givarens linearitetskurva har y-skala -0,1 till +0,06 % medan den felaktigas har y-skala -2 till +2 %.

Mätprogrammet gör också en del intressanta jämförelser som är till god hjälp då man skall bedöma givarens kondition. Bl a jämförs dynamisk och statisk känslighet, uppmätta data och fabrikantens data, föregående och senaste kalibreringsresultat. Härigenom kan man snabbt identifiera givare som skadats eller som börjat driva i sina egenskaper.



Resultatet lämnas i form av ett kalibreringsprotokoll till mätingenjören, tillsammans med givaren. Normalt är det shuntkalibreringsvärdena som används vid mätningar och dessa värden matas även in i vårt instrumentregister som finns på en av produktutvecklingsdivisionens VAX-datorer. För närvarande görs detta manuellt, men vi diskuterar en direkt koppling från kalibreringssystemet till registret.

De tekniska förutsättningarna för att realisera denna koppling finns, dock krävs en viss programmeringsinsats.

Anders Granhäll

VIBRATION



VIBRATIONSANALYSATOR

- Acceleration
- Hastighet
- Slaglångd
- Mätminne
- RS 232 C

ACCELEROMETRAR

piezoelektriska 0,00005 G - 5 000 G • 0,5 Hz - 25 000 Hz

MSS
En bit bättre

MEASUREMENT SYSTEMS SCANDINAVIA AB
BOX 393 • 184 24 ÅKERSBERGA • TELEFON 0764-681 00

- ☐ Sänd info om Vibrationsmätare VA-10
Jag är också intresserad av följande produktområden:
- | | |
|---|---|
| ☐ Ljudmätare | ☐ FFT-analys |
| ☐ Vibrationsmätare | ☐ Transientrecorder |
| ☐ Mätinsamling | ☐ Accelerometrar |
| ☐ Mätkort till PC | ☐ Vibrationstest |
| ☐ Bärbara service instr. | ☐ Digitala Oscilloskop |

Företag: _____
Avdelning: _____
Namn: _____
Adress: _____
Postnr, ort: _____
Telefon: _____

Kontroll och kalibrering av vibrationsgivare vid ABB STAL

På ABB STAL handhas kontroll och kalibrering av vibrationsgivare av avdelningen för Mätteknik och Elektronik.

Avdelningen ansvarar även för hela STALs instrumentpark (utlåning, kontroll/kalibrering, service och reparation) och i vår instrumentpark ingår för närvarande ca 100 accelerometrar och ca 150 st hastighetsgivare. Accelerometrar och hastighetsgivare kontrolleras efter varje utlåningstillfälle, vidare kontrolleras vibrationsgivare som köps av andra avdelningar och som monteras som fast utrustning på våra turbiner. Vi kontrollerar och kalibrerar även vibra-

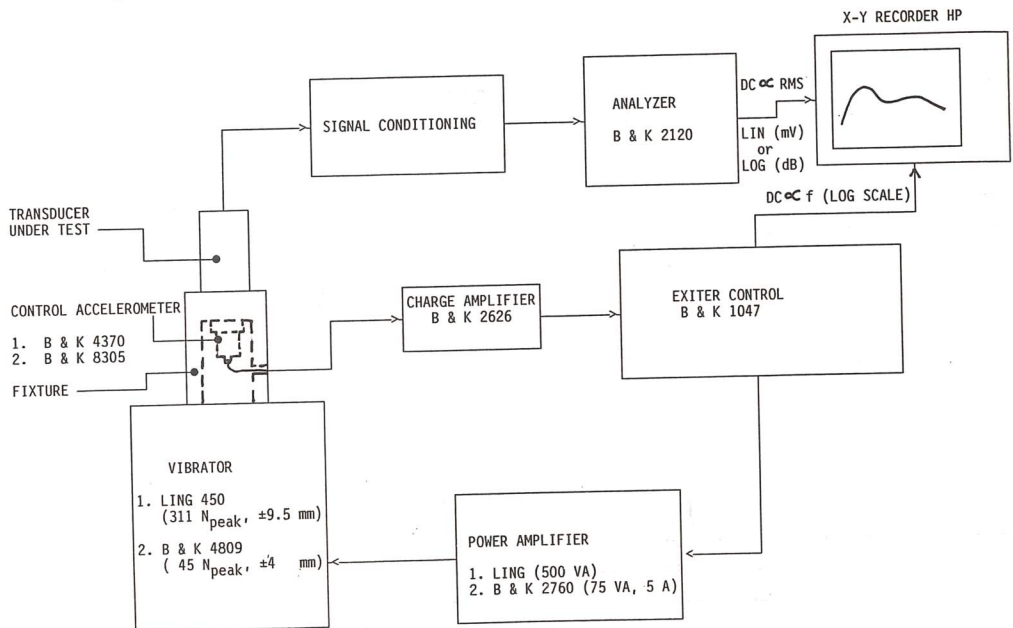
tionsgivare åt kraftverk i samband med deras revisioner.

På avdelningen jobbar Anders Härdin som varit ansvarig för uppbyggnaden av vår vibrationskalibrator. Han berättar:

Normal

Som normal för vibrationskalibrering används B&K:s "Calibration set" typ 3506 som består av accelerometer 8305 och laddningsförstärkare 2626 som är samkalibrerade hos B&K i deras laserinterferometer. Detta set skickas ungefär vart tredje år till B&K för kalibrering. Kalibreringen av 3506 ger spårbarhet till NIST (National Institute of Standards and Technology).

Utrustning



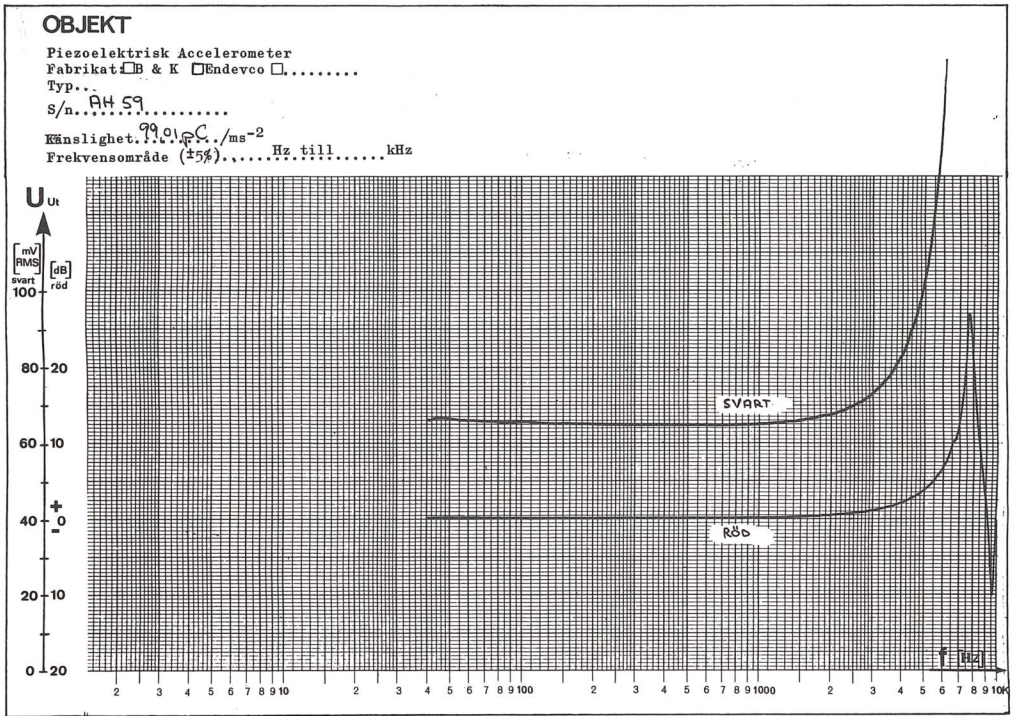
Figur 1 Vibrationskalibrator blockschema

Accelerometrar

Vid kontroll av accelerometrar används en vibrator (B&K 4809) där accelerometer 8305 (normalen) monteras mellan vibratorn och den accelerometer som skall kontrolleras.

Ett frekvenssvep (40 - 10000 Hz) med konstant acceleration (10 m/s^2) körs

sedan och frekvenskurvan för den accelerometer som kontrolleras fås på X-Y-skrivaren. Denna kurva får ej ha några resonanstoppar förutom accelerometerns resonansfrekvens. Figur 2 visar frekvenskurvan för en godkänd accelerometer, och figur 3 visar frekvenskurvan för en defekt accelerometer.



Figur 2 Godkänd accelerometer

OBJEKT

Piezoelektrisk Accelerometer

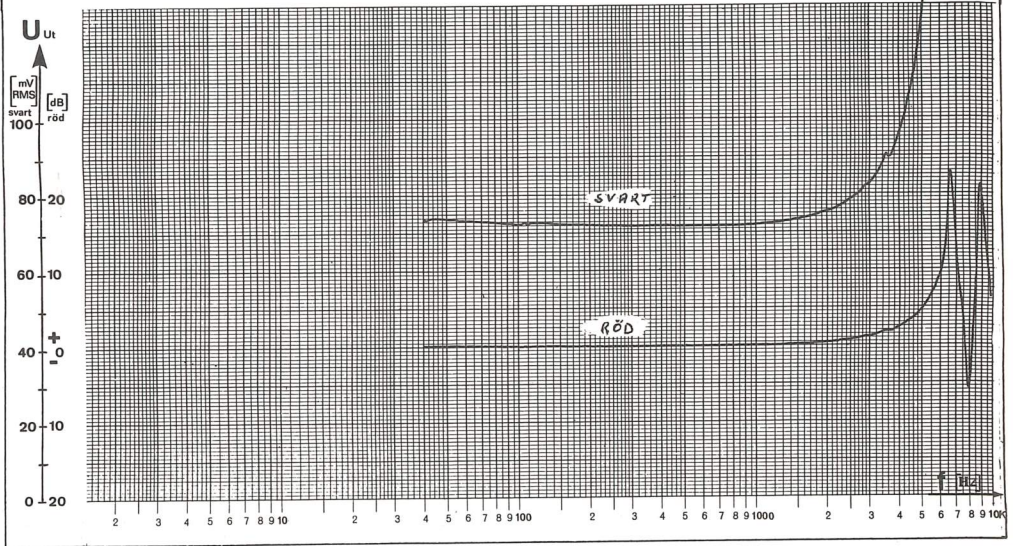
Fabrikat ☒ B & K ☐ Endevco ☐

Typ.....

S/n. *OK 06*

Känslighet *95.3* $\mu\text{C}/\text{ms}^{-2}$

Frekvensområde ($\pm 5\%$) Hz till kHz



Figur 3 Underkänd accelerometer

När det gäller accelerometrarnas känslighet använder vi alltid fabrikanternas uppgifter då vi anser att de har bättre noggrannhet på sin kalibrering än vad vi har på vår.

Hastighetsgivare

Vid kontroll av hastighetsgivare används en större vibrator (Ling Dynamics modell 450, 311N peak) på grund av att hastighetsgivare oftast väger omkring 0,5 kg.

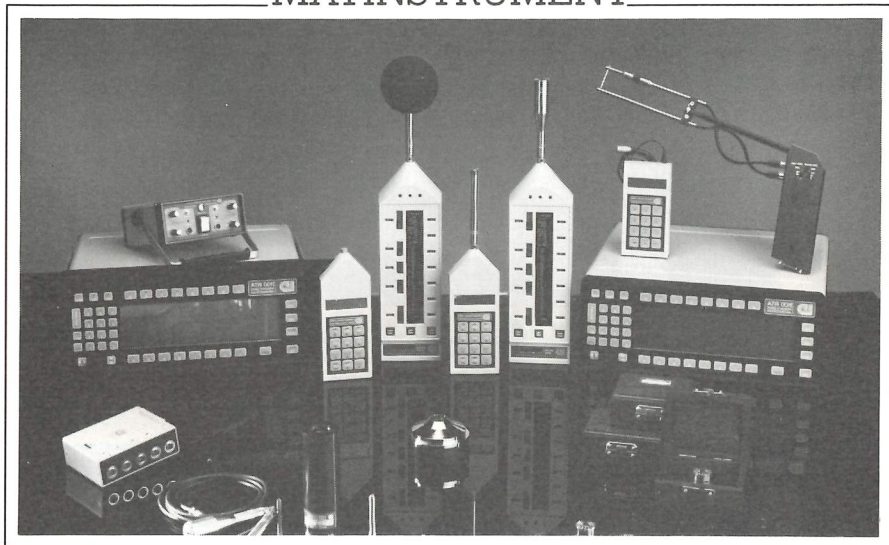
Hastighetsgivaren monteras på en hållare där också en styraccelerometer är monterad (B&K 4370). Styraccelerometern kontrolleras regelbundet mot B&K 3506.

Sedan körs ett frekvenssvep (5 - 1000 Hz) med konstant vibrationshastighet (5 mm/s) och frekvenskurvan för hastighetsgivaren fås på X-Y-skrivaren.



ACOUTRONIC AB

LARSON & DAVIS LABORATORIES MÄTINSTRUMENT



- Portabla, flerkanaliga (1-4), realtidsanalysatorer med 1/1, 1/3 och 1/12 oktavband upp till 160 kHz. Moduler för FFT, ljudintensitet m m.
- Precisionsljudnivåmätare med datorinterface, 1/1 och 1/3 oktavband, även efterklangstid direkt i sekunder.
- Bullerdosimetrar med datalogger och statistikfunktion.
- Precisionsmikrofoner, förförstärkare, power supply, kalibratorer.
- Varvtalsanalys med hastighetsingång för analysatorer eller bullermätare.

ILS:

Signalanalysprogram.

- Generell Signalbehandling.
- Digital Filtrering.
- FFT, Korskorrelation m m.

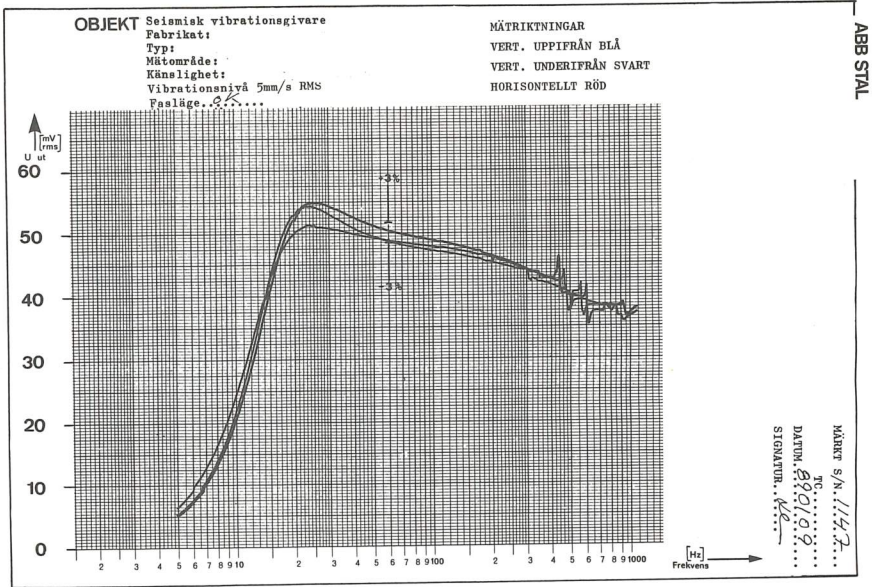
ENTEK:

Vibrationsanalysprogram.

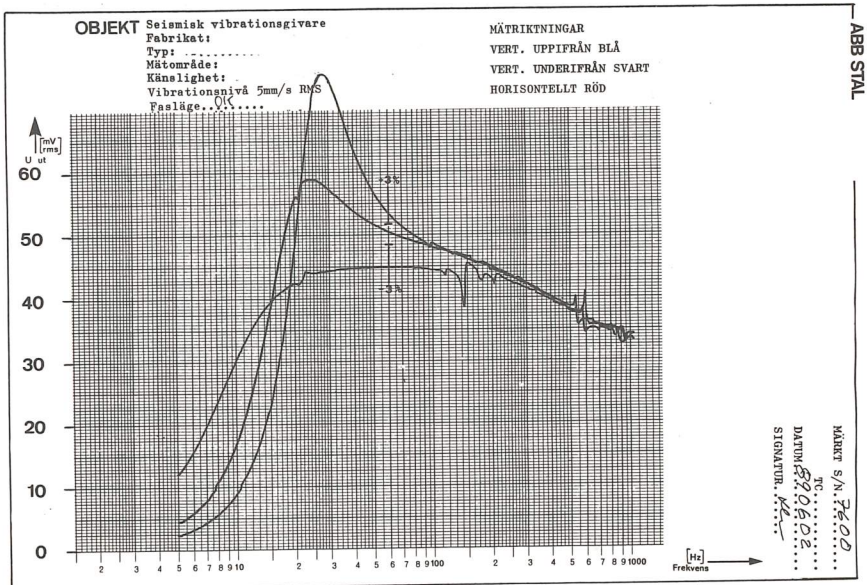
- Vibrationsövervakning.
- MODAL-Analys.
- Ljudintensitet.

ACOUTRONIC AB

Box 39017 · 100 54 Stockholm
Tel 08-664 40 80 · Fax 08-664 10 80



Figur 4 Godkänd hastighetsgivare



Figur 5 Underkänd hastighetsgivare

Figur 4 visar frekvenskurvan för en godkänd hastighetsgivare och figur 5

frekvenskurvan för en defekt hastighetsgivare.

Riksmätplats för acceleration

Om Mät nämnden får som den vill skall Sverige äntligen få en riksmätplats för acceleration. Vid sitt sammanträde i maj beslutade den nämligen att föreslå regeringen att en sådan inrättas vid laboratoriet för akustik vid Statens Provvningsanstalt (SP). Meningen är att kostnaderna skall fördelas mellan SP och Statens mät- och provråd som ju administrerar det svenska riksmätplats-systemet.

Om regeringen godkänner mätplatsen kommer verksamheten att byggas upp under det närmaste året och SP beräknas då kunna åta sig kalibreringsuppdrag under hösten 1990. Ansvarig för mätplatsen blir Hans Jonasson (tel 033 - 16 54 20) och teknisk handläggare och kontaktperson Håkan Andersson (tel 033 - 16 54 23).

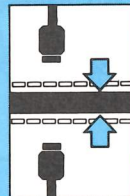
Hans Jonasson



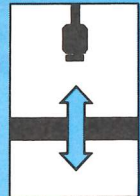
**MICRO-EPSILON
MESSTECHNIK**

Beröringsfri mätning avstånd - lägen - vibrationer

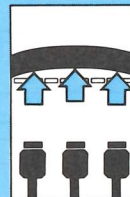
- lätt utbytbara sensorer
- extrem stabilitet mot temperatursvängningar
- hög upplösning och noggrannhet för statiska eller dynamiska mätningar (100 kHz)
- byggt för tuff miljö och enkel skötsel



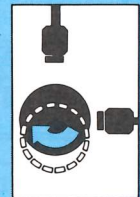
Tjocklek
Centrering
Diameter



Avstånd
Spaltbredd
Rörelse



Sortering
Produktions-
kontroll



Rundgång
Svängningar
Excentricitet



**KARLSON
INSTRUMENT AB**

BOX 111 - 145 01 NORSBORG - TFN 0753-89 350

Kalibrering av hastighetsgivare vid Nitro Consult AB

För övervakning av sprängningsalstrade markvibrationer används oftast svängningshastighetsgivare eller med ett vanligare namn geofon. Att hastighetsgivaren är populär vid sprängningsövervakning beror på att responsen väl överensstämmer med markvibrationernas frekvensspektrum och att den har ett lågt pris.

Nitro Consult tillverkar inte givarens aktiva element utan köper en förtillverkad kapsel som anpassas, kalibreras och kontrolleras för att få de rätta egenskaperna. Den kalibrerade kapseln plockas sedan in i ett fuktätt kontaktdonförsedd aluminiumhölje.

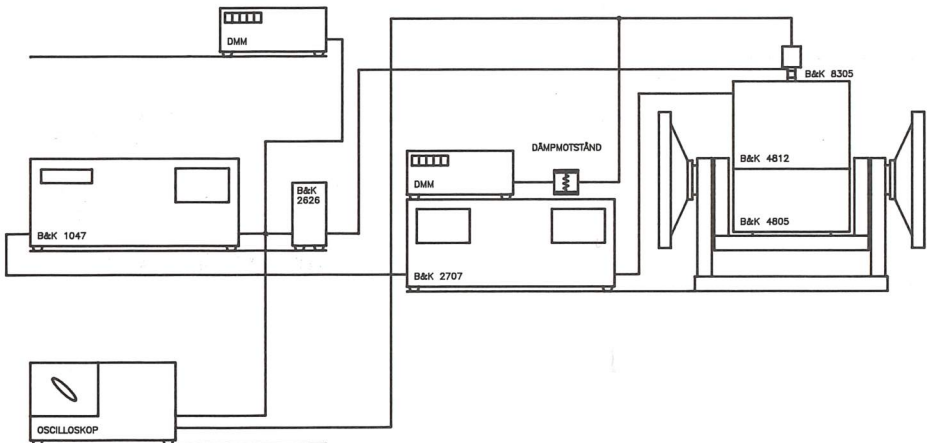
Initialkalibrering

Första momentet vid kalibrering av en geofonkapsel är att köra den på en vibrator vid frekvensen 160 Hz och

accelerationen 10 m/s^2 . Utsignalen mäts över ett fast dämpmotstånd med en noggrann DMM (digital voltmeter) och noteras.

Dämpmotståndet är till för att sänka responsen vid geofonens egenfrekvens till ett acceptabelt värde. Egenfrekvensen ligger mellan 4 till 5 Hz för Nitro Consults standardgivare.

Figur 1 visar kalibreringsutrustningens uppställning. Under provningen är kapseln monterad i en hylsa som är direkt kopplad till referensaccelerometern och genom dess centrumlinje. Utsignalen från referensaccelerometer-systemet kontrolleras hela tiden mot en andra noggrann DMM så att den tidsbundna driften hela tiden kan korrigeras. På samma sätt är det nödvändigt att korrigera frekvensdriften.



Figur 1 Initialkalibrering

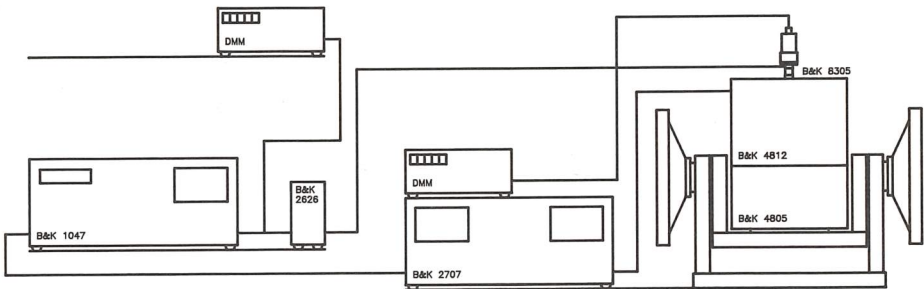
Polariteten på utsignalen från givaren kontrolleras också så att den överensstämmer med kapselns märkning. Tidigare var detta inte något problem, men med de nya instrumenten som har tidserieanalys har det blivit nödvändigt.

Utifrån de uppmätta värdena kan ett kretskort väljas från ett förtillverkat sortiment. Kretskorten är bestyckade med två spänningsdelande motstånd. Motståndssumman är alltid lika med det

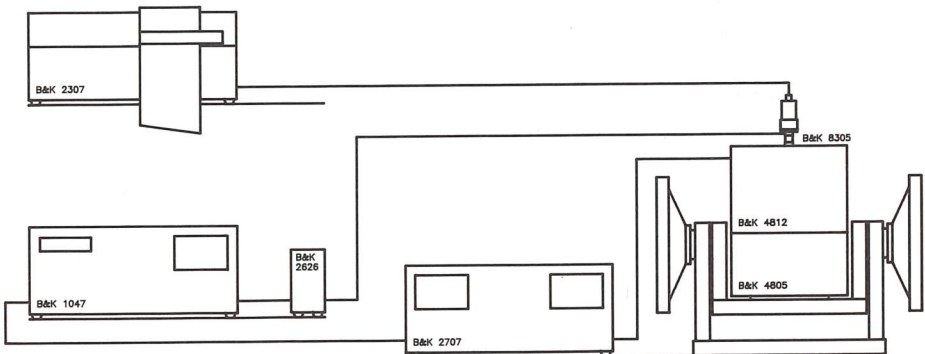
fast valda dämpmotståndet. Utsignalen från en odämpad kapsel ligger mellan 25 och 30 mV/mm/s. Efter dämpning och kalibrering är givarens utsignal 20 mV/mm/s. Dämpmotståndet väljs så att de flesta givare endast har en antydning till översläng vid egenfrekvensen.

Kalibreringskontroll

Kapslarna monteras i sina höljen, dock utan att förseglas, figur 2.



Figur 2 Kalibreringskontroll



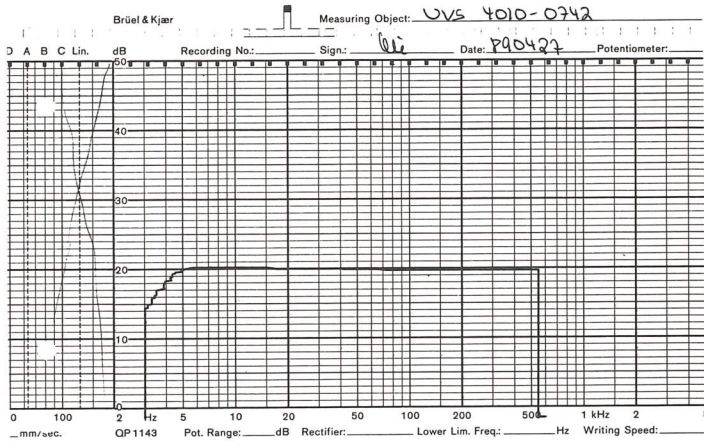
Figur 3 Frekvenssvepkontroll

För att få en bekräftelse på att monteringen gjorts rätt kallas givarna med sina motståndsnät på samma sätt som tidigare. Utsignalen på en DMM skall vara 20 mV/mm/s med en största avvikelse på $\pm 1\%$.

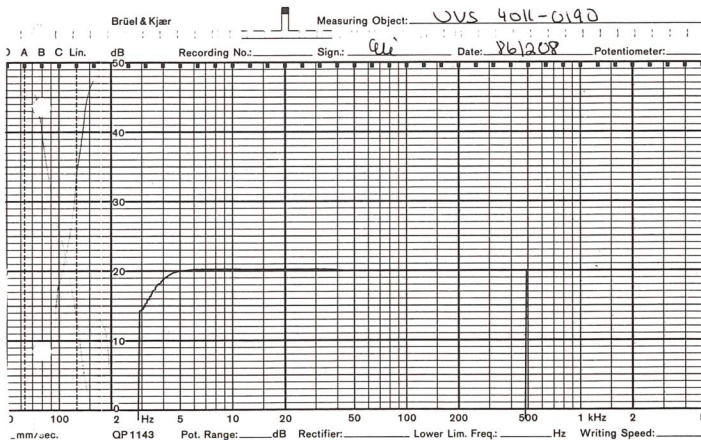
Frekvenssvepkontroll

För att kontrollera att givaren uppför sig som den ska i hela frekvensområdet görs

ett frekvenssvep mellan 3 till 1000 Hz. Detta görs med konstant hastighetsamplitud (10 mm/s). Figur 3 visar apparatuppställningen för svepkontroll. Frekvenssvaret skrivs ut på en nivåskrivare. Diagrammet, som åtföljs av anteckningar om datum och serienummer blir det dokument som följer givaren till det är dags för omkalibrering. Figur 4 och 5 visar



Figur 4



Figur 5

TEK 2630...

En ny dimension i signalanalys från Tektronix

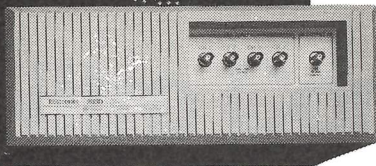
Lättanvänd frekvensanalysator eller
avancerat signalanalysystem?

Välj själv den programvara som passar din
applikation.

Exempel på applikationer.

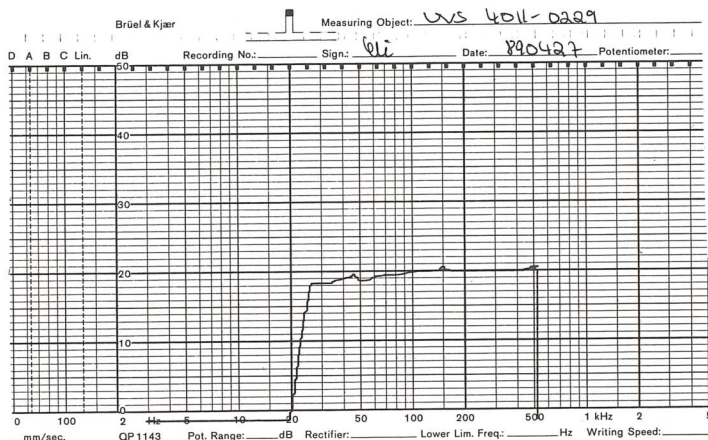
- **Akustik**
- **Modalanalys**
- **Produktions-
test**

*Ring 031-69 10 80 så skickar vi
en demo-diskett.*



Tektronix
COMMITTED TO EXCELLENCE

Tektronix AB, Box 4205, 171 04 SOLNA. Tel: 08-83 00 80
Tektronix AB, Box 4093, 421 04 Västra Frölunda.
Tel: 031-69 10 80



Figur 6

typiska testprotokoll från kalibreringen av vertikala respektive horisontella givare. Figur 6 visar slutligen ett testprotokoll för en icke godkänd geofon. Felet i geofonen upptäcktes först då frekvenssvepet utfördes.

Omkalibrering eller kontroll av kalibrering görs i allmänhet mellan ett till två år från föregående kalibreringstillfälle. Normalt har givarna inte tagit någon skada av den ofta ovarsamma

behandling de utsätts för utan fortsätter att fungera utan någon åtgärd. Det vanligaste åldringsfenomenet är att responsen vid egenfrekvensen ökar. Detta beror sannolikt på att magnetfältet från permanentmagneten långsamt minskar i styrka och att dämpmotståndet inte är anpassat till denna förändring. Den kalibrerade utspänningen vid 160 Hz ändrar sig dock mycket lite mellan kontrolltillfällena.

Dag Linderholm
Laboratorium Mechanicum AB

*Vid byggande i
berg och mark
anlita
Nitro Consult*

Specialisterna på:

Sprängrådgivning

Vibrationskontroll

Risikanalys

Syneförrättning

Skadeutredningar

Instrument (hyra och försäljn.)

Nitro Consult AB

Box 32058, 126 11 Stockholm

Tfn. 08-744 25 20, Fax 08-744 12 59

Nytt europeiskt arbete på vibrationsområdet

Arbetet inom EG har alltmer fokuserats på området hälsa och säkerhet på arbetsplatsen. Detta har bl a medfört att en arbetsgrupp för vibrationer bildats, för närvarande under CENs kommitté för ergonomi. (CEN = Comité Européen de Normalisation)

Som ett resultat av denna arbetsinriktning, vilken rymmer två av de största arbetsmiljöfaktorerna *Buller- och vibrationsexponering* samt genomförandet av arbetsmetodiken *The New Approach* vilken förutsätter harmoniserad europeisk standard som referensunderlag för uppfyllandet av EGs direktiv, har ett ökat intresse från svenska arbetarskyddsmyndighetens sida kunnat konstateras.

Byrådirektör Lennart Berg, som nedan rapporterat från CEN-mötena i Köpenhamn har av Arbetarskyddsstyrelsen utsetts att delta i SEKs kommitté för akustik och bullerfrågor.

Vidare har avdelningsdirektör Erik Ahlberg utsetts till representant i SEKs kommitté för vibrationers inverkan på människan.

Denna åtgärd från Arbetarskyddsstyrelsen kan ses mot bakgrund av Nils Åslings egna ord i utredningen av standardiseringens roll i EFTA/EG.

"Sammanfattningsvis anser jag således

att staten skall ställa krav på SIS att prioritera standardiseringsprojekt som bidrar till att uppnå ett Västeuropa utan gränser och då särskilt projekt som rör arbetsmiljö, miljöskydd och konsumentskydd. Jag är medveten om att statliga verk och myndigheter härutöver kan ha behov av standarder för sin verksamhet, men jag anser att de i sådana fall får aktualisera standardiseringsprojekt på samma sätt som det privata näringslivet, dvs genom finansiellt stöd till standardiseringsorganen och genom att ställa upp med teknisk expertis."

Nedan återges utdrag ur Lennart Bergs rapporter.

CEN/TC 122/WG 7 Ergonomics/Vibration

Mötet ägde rum den 20 - 22 juni 1989 på Brüel & Kjær i Nærum, Danmark.

Mötet öppnades av convenern E Christ från Västtyskland.

WG 7 skulle, uppdelad i tre undergrupper, utarbeta övergripande EN-standarder av B1-typ inom följande områden:

- helkroppsvibrationer
- hand-arm-vibrationer
- mätinstrument



VIBRATIONSTEKNIK AB
VIBRATION CONSULTANTS

presenterar:

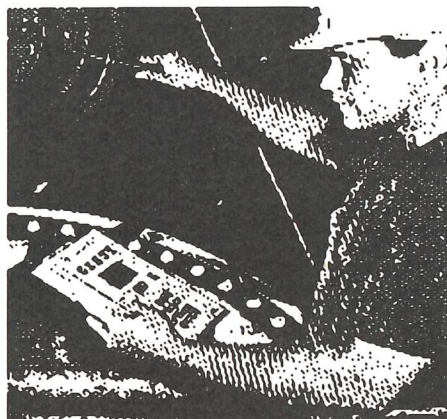
CESIFLEX 2100 MED MASTERTREND

FU-ARBETETS UNIVERSALVERKTYG FÖR SÄKER TILLSTÅNDSKONTROLL

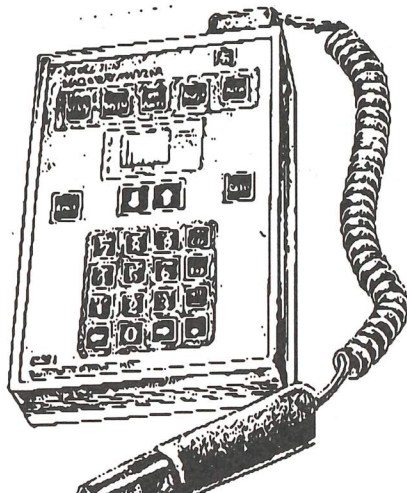
Cesiflex 2100 används för att enkelt och rutinemässigt samla in vibrations- och processdata för en effektiv och träffsäker skadebedömning. Instrumentet är påfallande litet (bara 1,6 kg) och är lättskött för all personal, vare sig det gäller rutinmätning vid smörj- och tillsynsronder eller avancerad felsökning och detaljanalys.

Med Cesiflex hinner man ledigt mäta alla maskiner i anläggningen på kortare tid än vad som nu går åt för att nödortfört följa upp de allra sämsta. Alla parter får lättbegripliga rapporter, som gradvis - från felorsaker i klartext till detaljanalys av samband, frekvensanalys och balansering på plats, ger en fullständig bild av maskinkonditionen helt i klass med resultaten från en ren laboratorieutrustning.

Analys och trendbedömning görs helt utan inverkan av den som utfört mätningen i en PC-dator av standardtyp. Uppföljning av felutveckling, felorsaker och tillståndskontrollens ekonomi görs helt automatiskt i programmet som även har balanserings- och upprikttningsprogram. Maskinerna samlas i en databas där ronder väljs i den rondordning som man redan har. Ofta kan man använda redan befintliga maskinförteckningar direkt. Diagnosen →



Tommy mäter lätt 450 mätpunkter eller 40 maskiner per arbetsdag inklusive full rapportering och diagnos.



underlättas av att både instrument, program, datorn och vi som lär ut hur man arbetar talar vanlig svenska. Alla menyer har rikligt med hjälptext.

Kontakta oss för ett studiebesök eller en praktisk demonstration hos Er. Vi ger fullständig rådgivning i hur man startar och genomför en tillståndskontroll värd namnet. Vår specialité är att hjälpa till med att avhjälpa de fel man hittar. För den framtida diagnosen av knepiga problem kan vi rutinemässigt upprätta fjärrkörning av diagnosarbetet från oss med vanligt telefonmodem. Vi hjälper även gärna till med rutinmätningar under en övergångstid då personal lärs upp. Vi åtar oss även att helt utföra rutinmätningarna och rapportera med fullständig utvärdering.

Vi har nu fått förtroendet att installera CESIFLEX i nästan alla olika branscher med roterande maskiner. Fråga oss gärna om referenser från papperbruk, olika processindustrier, mekanisk tillverkning och kraftverk. Vi har nu mätning igång på uppskattningsvis 50 000 mätpunkter med varvtal från 20 till 20 000 RPM och effekter från 1 W till 1100 MW. Chansen att CESIFLEX kan göra stor nytta på just dina maskiner är stor.

Postadress
Vibrationsteknik AB
610 24 Vikbolandet

Besöksadress
Mastad gård
Östra Husby

Telefon
0125-500 34, 504 68

Telex Teletex
815 5012 VTABVIK S

Helkroppsvibrationer

ISO-standarden för mätning och bedömning av helkroppsvibrationer, ISO 2631, reviderades för närvarande inom ISO.

Undergruppen diskuterade olika förslag till utformning av frekvensvägningskurvan i ISO 2631, speciellt med tanke på transient vibrationspåverkan, stöt. Därvid berördes frågan om den ekvivalenta vibrationsdosen skulle uttryckas som ett rms-värde eller som ett rmq-värde, dvs som en funktion med accelerationen upphöjd i kvadrat eller upphöjd till fyra. Eftersom oenighet förelåg beträffande dessa frågor och även skepsis om resultatet av revisionen av ISO 2631 beslöt man att tillsätta en arbetsgrupp med uppgift att förbereda en praktisk tillämpning av ISO 2631, baserad på befintligt material, utan att avvakta resultatet av den pågående revisionen.

Undergruppen beslöt vidare att utarbeta en EN-standard av B-typ beträffande vibrationer i förarsäten på terränggående fordon samt utarbeta provningsmetoder för förarsäten (på skogsmaskiner, lantbrukstraktorer o d).

Hand-arm-vibrationer

Undergruppen för hand-arm-vibrationer redovisade sina resultat i sju resolutioner. Dessa innebar bl a att ett dokument med allmänna krav på mätningar baserade på ISO 8662-1 Hand-held portable power tools och på

delar av ISO 5349 Guidelines for the measurement and assessment of human exposure to hand-transmitted vibration skulle utarbetas.

Vidare skulle undergruppen bistå CEN/TC 162 Protective clothing including hand-arm protection med rådgivning vid mätning av minskningen i vibrationspåverkan då vibrationsdämpande handskar användes.

Vibrationsmätinstrument

Denna undergrupp diskuterade huvudsakligen standarden ISO/DIS 8041. Denna standard innehåller frekvensvägningsfilter för olika typer av vibrationsmätningar. Man beslöt att efter tryckning av ISO-standarden sända ut den på Preliminary Questionnaire, dvs PQ, som förslag till EN-standard. Berörda nationer får då, i samband med en ev nej-röst, framföra sin kritik och föreslå ändringar.

Acoustics

Gruppens convener Leif Nielsen från Dansk Standardiseringsråd informerade om resultaten från det CEN/BT-möte som ägt rum den 22 - 23 juni.

Därvid hade beslutats att ad-hoc-gruppen Acoustics skulle ombildas till en teknisk kommitté CEN/TC 211 med sekretariat i Danmark.

Vidare hade på CEN/BT-mötet beslutats att standarderna ISO 3740 -

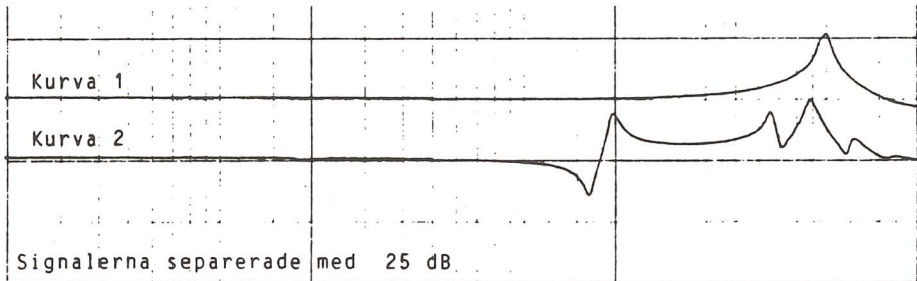
VIBTECH SENSOR AB

KALIBRERINGS PROBLEM ?

Mångårig erfarenhet av kalibrering och kontroll av accelerometer samt svängningshastighetsgivare, har givit oss ett stort kunnande, som vi gärna delger våra kunder.

Varför "köra" en FREKVENSPONSKURVA över accelerometer / givare ?

KURVORNA NEDAN GER SVARET !!



Kurva 1, FREKVENSPONSKURVA från en accelerometer med mätområdet 0-5000 Hz, resonansfrekvens 10 kHz

Kurva 2, FREKVENSPONSKURVA från en accelerometer med mätområdet 0-5000 Hz, tappad från en höjd av 85 cm, kurvan talar för sig själv

VIBTECH SENSOR AB utför;

FREKVENSPONSKURVOR ÖVER ACCELEROMETER UPP TILL 30 kHz
FREKVENSPONSKURVOR ÖVER SVÄNGNINGSHASTIGHETSGIVARE
KÄNSLIGHETSKALIBRERING AV ACCELEROMETER
KÄNSLIGHETSKALIBRERING AV SVÄNGNINGSHASTIGHETSGIVARE
FÖRSÄLJNING AV SENSOR NEDERLAND'S GIVARE *
SERVICE, REPARATION SAMT KALIBRERING AV VIBRATIONSINSTRUMENT

*Givarna kundanpassas till önskad utsignal och kontaktdon

VIBTECH SENSOR AB har resurserna för kontroll av sensorer
En kontroll medför ett säkert mätresultat
Anlita oss innan den känsliga mätningen skall utföras

3747, vilka nyligen varit ute på PQ (Primary Questionnaire), skulle sändas ut för slutlig omröstning. Denna information var överraskande eftersom en av ad-hoc-gruppens förutsedda uppgifter hade varit att förbereda utsändningen av 3740-serien på "final voting".

ISO 3740 - 3737 är grundläggande standarder för bestämning av ljud-effektnivåer hos maskiner. I dessa ingår såväl precisions- som överslags-metoder, med ljudeffektbestämningar i efterklangsrum, under frifältsförhållanden och i ekofria rum med eller utan referensljudkälla. Underlagen har överförts till svensk standard med beteckningen SS ISO 3740 - 3747.

Från västtysk sida framfördes önskemål om textändringar i standarderna för att bringa dem i överensstämmelse med dagens teknik. Ett tyskt nej-svar kunde därför påräknas åtföljt av önskemål om textändringar.

Vidare diskuterades ISO 4871. Standarden gäller bullerdeklaration av maskiner och apparater inkl ev märkning med avgiven ljudeffekt och/ eller ljud-ljudtrycksnivå vid operatörsplats.

Genomgripande ändringsförslag hade kommit in från bl a Finland.

Man beslöt att sända standarden till ISO för revision och tills vidare avvakta.

ISO 6081 gäller regler för mätning av buller på operatörsplats. I denna vill bl a England, Frankrike och Finland ha ändringar.

Standarden skulle i oförändrat skick sändas ut på slutlig omröstning

Det meddelades att ISO 7731 "Danger signals for work-places - Auditory danger signals" för närvarande var föremål för PQ.

Enligt maskinsäkerhetsdirektivet punkt 1.5.8 skulle maskiner och tekniska anordningar konstrueras så att de risker som förorsakades av emitterat luftburet buller skulle reduceras till minsta möjliga nivå. Därvid skulle den tekniska utvecklingen och möjligheterna att minska bulleravgivningen, speciellt från själva ljudkällan, beaktas.

Denna skrivning föranledde ett västtyskt förslag till standard innehållande allmänna råd för bullerbekämpnings-åtgärder.

Standarden skulle vara av typ B och behandla icke maskinspecifika metoder för bullerbekämpning i form av riktlinjer av övergripande karaktär. Dessa skulle innehålla allmänna metoder att beskriva och bedöma maskiners avgivna ljud-effekt. Dessutom akustiska grundbegrepp, metoder för analys och minskning av ljuduppkomst, ljudöverföring och ljudutstrålning, möjligheterna

att använda produkter med speciellt låg ljudavgivning och produkter som minskar ljudet m m.

Förslaget överlämnades till mötesdeltagarna som lovade att studera detta och komma med kommentarer vid nästa möte.

Sedan CEN-mötena i Köpenhamn i juni har det inträffat att Kjell Spång nominerats till convener i TC 122/WG 7/SG 1, Whole-body vibration. Hand-arm-gruppen SG 2 kommer att ledas av P Donati från Frankrike och mätinstrumentgruppen sannolikt av Mr Price, UK.

Alf Olsson/Lennart Berg



The image shows the MINATO 6000 vibration measurement system. It consists of a sensor unit mounted on a tripod, a main control unit with a digital display and various buttons, and a power supply unit. The system is designed for contactless vibration measurement.

BERÖRINGSFRI mätning av HASTIGHETSvariationer

MINATO 6000

Stort mätområde

- Hastighet: 0,1—2500 m/min
- Variationer: 0,001 %—30 %

Analoga utgångar

- För anslutning av t ex FFT-analysator

Många användningsområden

- Mätning av wow & flutter
- Kontroll av roterande maskiner
- Kvalitetskontroll i t ex pappersbruk
- Registrering av torsionsvibrationer

**ABEN
ELEKTRONIK**

**Kontakta oss för
ytterligare information!**

Box 20086, 161 02 Bromma
08-764 60 60

KURSER OCH KONFERENSER

Tillämpad signalanalys - fortsättningskurs I

Tid och plats: 17 - 18 oktober 1989
Solna

Arrangör: 3K Akustikbyrå AB
Box 3029
172 03 SUNDBYBERG

Se vidare separatannons

Noise Reduction of Machinery Installations by Vibration Isolation

Tid och plats: 23 - 27 oktober 1989
Noordwijkerhout, Holland

Förfrågningar: TNO Institute of Applied Physics
Administrator
Course: COMETT
P O Box 155
NL - 2600 AD DELFT
Holland

Sonar System Engineering

Tid och plats: 6 - 9 november 1989
Como, Italien

Kontaktperson: Dr Birgit Jacobson
CEI-Europe/Elsevier
Box 910
612 01 FINSPÅNG
tel 0122 - 175 70

21st International Symposium on Automotive Technology & Automation (ISATA)

Tid och plats: 6 - 10 november 1989
Wiesbaden, Tyskland

Förfrågningar: ISATA Secretariat
42 Lloyd Park Avenue
UK - CROYDON CRO 5SB
England

Vibrerande konstruktioner - dimensionering mot svängningar och buller

Tid och plats:

21 - 24 november 1989

Kungälv

Arrangör:

CTH, Avdelningen för hållfasthetslära

Förfrågningar:

Skandinavisk Företagsutbildning AB

Box 3040

194 03 UPPLANDS VÄSBY

Kvalitetskontroll av produkter med hjälp av ljud- och vibrationsanalys

Tid och plats:

28 november 1989 Stockholm

30 november 1989 Göteborg

Arrangör:

Brüel & Kjær Sverige AB

Box 1244

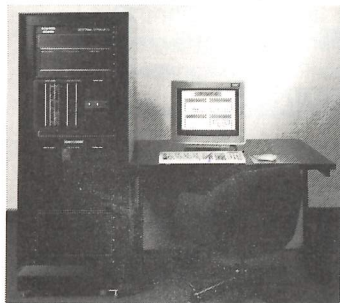
141 25 HUDDINGE

Kontaktperson:

Rita Norström

tel 08 - 711 27 30

DYNAMISK STRUKTURANALYS



SD9000, det totala systemet för dynamisk strukturanalys från Scientific-Atlanta.

Ett användarvänligt system med möjlighet till bl a

- FFT-analys, 16-256 kanaler
- Analys av roterande maskiner
- Modalanalys med flerpunktsexitering och många mätkanaler
- Beräkning av livslängd vid utmattningsprov
- Analys av transienta förlopp med SRS
- Samtidig styrning och övervakning av vibratorer



ALVETEC

Box 8276, S-163 08 SPÅNGA
Telefon 08-36 29 60

Namn

Företag

Adress

.....

Tel

Tillämpad signalanalys - fortsättningskurs II

Tid och plats: 28 - 29 november 1989
Solna

Arrangör: 3K Akustikbyrå AB
Box 3029
172 03 SUNDBYBERG

Se vidare separatannons

Markvibrationer - riskanalys

Nya standard för sprängningsinducerade vibrationer

Tid och plats: 4 december 1989
Uppsala

Arrangör: BFU - Bygg- och Förvaltningsutbildning AB
Box 5001
102 41 STOCKHOLM

Förfrågningar: Claes Hartzell, BFU
Tel: 08 - 660 00 60, 0159 - 123 80

Beröringsfri vibrationsmätning

Tid och plats: 5 december 1989 Stockholm
7 december 1989 Göteborg

Arrangör: Brüel & Kjær Sverige AB
Box 1244
141 25 HUDDINGE

Kontaktperson: Rita Norström
tel 08 - 711 27 30



UTBILDNING

- inbjuder till följande kurser

Grundkurs i tillämpad signalanalys

Sampling och A/D-omvandling • Analys i tidsdomänen • FFT
• Autospektrum och överföringsfunktioner • Akustiska och mekaniska tillämpningar •

Solna 13–14 september 1989

Tillämpad signalanalys – fortsättningskurs I

Signalinsamling • Signaturanalys • Mätning av överföringsfunktioner, t ex mobiliteter • Intensitetsmätning • Tillämpningsexempel.

Solna 17–18 oktober 1989

Tillämpad signalanalys – fortsättningskurs II

Modellbaserad analys, ARMA och andra modeller • Statistiska metoder vid signalanalys • Mönsterigenkänning, signalklassificering.

Solna 28–29 november 1989

Signalanalys i PC-miljö

Grunder för digital signalanalys • Analys av tidsförlopp • Frekvensanalys med FFT • Olika analysystem • A/D-omvandlingskort • Programvara • Demonstrationer.

Solna 5–6 december 1989

Konstruera tystare maskiner

Akustiska och vibrationstekniska grundbegrepp • Uppkomst och spridning av buller och vibrationer • Mätteknik och analysmetoder • Strategi för konstruktion • Metoder för dämpning • Grupparbeten kring deltagarnas tillämpningsexempel.

Solna 20–22 mars 1990

Ytterligare information: Lars Holmberg, 08-764 72 40, 3K Akustikbyrån AB. Box 3029, 172 03 Sundbyberg.

Signalanalys i PC-miljö

Tid och plats:

5 - 6 december 1989

Solna

Arrangör:

3K Akustikbyrå AB

Box 3029

172 03 SUNDBYBERG

Se vidare separatannons

Konstruera tystare maskiner

Tid och plats:

20 - 22 mars 1990

Solna

Arrangör:

3K Akustikbyrå AB

Box 3029

172 03 SUNDBYBERG

Se vidare separatannons

First French Conference on Acoustics

Tid och plats:

10 - 13 april 1990

Lyon, Frankrike

Arrangör:

Société Française d'Acoustique (SFA)

Förfrågningar:

Congrès Français d'Acoustique

I.C.P.I.

25, rue du Plat

F - 69288 LYON Cedex 02

Frankrike

22nd International Symposium on Automotive Technology and Automation (ISATA)

Tid och plats:

14 - 18 maj 1990

Florens, Italien

Förfrågningar:

ISATA Secretariat

42 Lloyd Park Avenue

UK - CROYDON CRO 5SB

England

Nordic Acoustical Meeting (NAM) 90

Tid och plats:

11 - 13 juni 1990

Luleå

Arrangör:

Högskolan i Luleå

Förfrågningar:

CENTEK Congress

Lena Karbin

Högskolan i Luleå

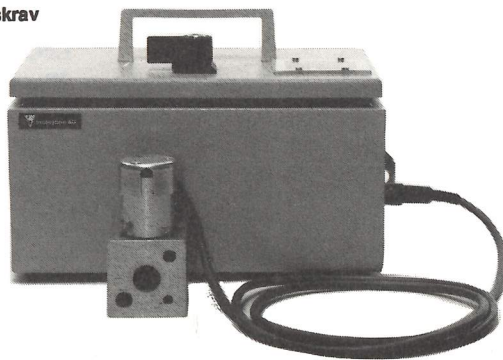
951 87 LULEÅ

tel 0920 - 917 75

InnoREG *Mätsystem för vibrationer*

- Printer ger svar direkt i mm/s samt datum med klockslag
- Inbyggd test av givare samt batteri
- InnoREG uppfyller svensk standard specifikationskrav för vibrationsmätare i SS 460 48 66

InnoREG har många fler fördelar!



Var god sänd oss broschyr på
InnoREG 108

Namn _____

Kontaktman _____

Adress _____

Postnr/Ort _____

Telefon _____



Innovation AB

Adler Salvius väg 59

146 00 TULLINGE

Tel 08-778 07 05

778 12 22

International Tire/Road Noise Conference (INTROC) 1990

i samband med INTER-NOISE 90

Tid och plats:

8 - 10 augusti 1990

Göteborg

Arrangör:

INTROC 90

c/o Ulf Sandberg

Statens Väg- och Trafikinstitut

581 01 LINKÖPING

tel 013 - 20 41 31

INTER-NOISE 90

Tid och plats:

13 - 15 augusti 1990

Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg

Förfrågningar:

INTER-NOISE 90

Konferenssekretariatet

CTH, Teknisk Akustik

412 96 GÖTEBORG

3rd International Conference on Rotordynamics

Tid och plats:

9 - 12 september 1990

Lyon, Frankrike

Arrangör:

IFTtoMM Technical Committee for Rotordynamics

Laboratoire de Mécanique des Structures

I.N.S.A. - G.M.D. 113

20, avenue Albert Einstein

F-89621 VILLEURBANNE

Frankrike



ALVETEC

— *information*

Fältvägen 8, Box 8276, S-163 08 SPÅNGA
Telefon 08-36 29 60
Telex 12508 ALVTEC S

ALVETEC AB representerar många ledande tillverkare av såväl givare som mätinstrument och system för test och reglering. Våra kunder återfinns inom miljö- och utvecklingslaboratorier i tillverkande industrier, bil- och flygindustri, försvarsindustri, elektronikindustri, process- och kemisk industri, varvsindustri, kärnkraftsindustri m fl.

Vi expanderar och söker därför följande nya medarbetare:

Försäljningsingenjör

Signalanalys

Vi söker en person som kan ansvara för vårt program av FFT-analysatorer samt de nya, mångkanaliga systemen för dynamisk strukturanalys från Spectral Dynamics. Eftersom engelska språket används dagligen måste Du behärska det både i tal och skrift. Befattningen innebär en hel del resor i Sverige, men också i de övriga nordiska länderna. Vi erbjuder leasingbil alternativt milersättning för egen bil.

Försäljningsingenjör

Miljöprovning

ALVETEC AB är väletablerad som leverantör av utrustningar för miljöprovning framför allt med avseende på vibrationer. Vi behöver nu ytterligare en försäljningsingenjör till denna produktgrupp. Eftersom engelska språket används dagligen måste Du behärska det både i tal och skrift. Befattningen innebär en hel del resor i Sverige, men också i de övriga nordiska länderna. Vi erbjuder leasingbil alternativt milersättning för egen bil.

Vi erbjuder sedvanliga förmåner, däribland subventionerad lunch. Vill Du veta mera om Dina utvecklingsmöjligheter i ett litet men expansivt företag, kontakta Roger Alvé, tel 08-36 29 60.

Läsvärt



Ronnie Lundström

Av intresse för tekniker som utför frekvensanalyser inom vibrationsområdet kan nedanstående annons från Prentice Hall vara.

Digital • Filters • 3rd Edition

Richard W. Hamming
Naval Postgraduate School

Presenting the fundamental ideas of digital filter theory and basic methods of designing simple non-recursive and recursive filters, this book relates the ideas, methods and results of digital filters to statistics, numerical analysis, analog filters, sample data control systems, econometrics, electrical engineering and digital signal processing.

The author uses only the simplest and direct mathematical tools and include an accurate introduction to the necessary mathematics.

New features of the Third Edition include—

- more material on the z-transform
- updated applications reflecting current uses
- more examples and exercises throughout

If you teach an advanced undergraduate course in digital filters or digital signal processing why not see what this text has to offer your students? Send for an inspection copy today.

Contents: Introduction. The Frequency Approach. Some Classical Applications. Fourier Series: Continuous Case. Windows. Design of Nonrecursive Filters. Smooth Nonrecursive Filters. The Fourier Integral and the Sampling Theorem. Kaiser Windows and Optimization. The Finite Fourier Series. The Spectrum. Recursive Filters. Chebyshev Approximation and Chebyshev Filters. Miscellaneous.

1989 304 pages 13-212895-0 £17.95 \$32.95

Prices are correct at the time of going to press but may be subject to change.

Vi har ju en hel del medlemmar från flygindustrin inom SVIB. Dessa är säkert intresserade av denna bok.

| **NOW AVAILABLE** |

Aerodynamics

for

Engineering

Second Edition

John J. Bertin

University of Texas

Michael L. Smith

The updated Second Edition of this popular text features roughly 50% more material than in the First Edition. Providing a comprehensive guide to aerodynamics, Bertin and Smith emphasise practical problems and discuss the fundamental principles and techniques used to obtain solutions to these problems.

Containing an introductory level discussion of basic fluid mechanics, the text presents the nomenclature and parameters for airfoil and wing aerodynamics and provide an introduction to computational fluid dynamics, hypersonic flows and aerodynamic design considerations. The text also presents extensive discussions of the effects of viscosity, compressibility, turbulence and other practical aspects of contemporary aerodynamics and design.

The new edition

- includes an extended discussion of and sample problems for the basic concepts of fluid mechanics
- features completely new chapters devoted to computational fluid dynamics and hypersonic flows
- expands coverage including new topics and applications within existing chapters for example leading edge extensions and airframe modification procedures

Why not see what this book has to offer your students? Send for an inspection copy today.

Contents: Fluid Properties. Fundamentals of Fluid Mechanics. Dynamics of an Incompressible, Inviscid Flow Field. Incompressible, Viscous Boundary Layers. Characteristic Parameters for Airfoil and Wing Aerodynamics. Two-Dimensional, Incompressible Flows Around Thin Airfoils. Incompressible Flow About Wings of Finite Span. Dynamics of A Compressible Inviscid Flow Field. Compressible, Subsonic Flows and Transonic Flows. Two-Dimensional Supersonic Flows Around Thin Airfoils. Supersonic Flows Over Wings and Airplane Configurations. Computational Fluid Dynamics. Hypersonic Flows. Aerodynamic Design Considerations. Appendices.

1989 624 pages 13-018227-3 £16.95 \$30.95

Prices are correct at the time of going to press but may be subject to change.

APPLIED FINITE ELEMENT ANALYSIS FOR ENGINEERS

Francis Lee Stasa (*Florida Institute of
Technology*)

This text provides a thorough introduction to the stiffness approach to the finite element method. Concentrating on the method's applications to practical problems along with the basic theory, Stasa fully describes its use in stress, thermal, and fluid flow analysis. The text also covers the concept of discretization and the Galerkin weighted residual method, with both English and SI units used throughout. The material is organized so that instructors may design shorter courses involving individual applications; e.g. covering stress or thermal analysis only. Topics are introduced in logical sequence and are reinforced with numerous examples and problems (some of them programming exercises) of graded difficulty. An Instructor's Manual is available which includes problem and programming solutions.

Contents: Introduction – Mathematical Preliminaries – Two-Dimensional Truss Analysis: The Direct Approach – Variational and Weighted Residual Formulations – General Approach to Structural Analysis – CQ Continuous Shape Functions; Simple Integration Formulas; and an Efficient Equation Solver – Stress Analysis – Steady-State Thermal and Fluid Flow Analysis – Higher-Order Shape Functions; Distorted Elements; Numerical Integration – Time-Dependent Problems and Solution Methods – **Appendices:** Property Data – Truss Program – Stress Analysis Program – Two-Dimensional Variational Principles – Heat Transfer Program.

0 03 062737 0 416pp Hardcover 1985 £27.95
International Edition 0 03 910744 2 1986 £16.95
Instructor's Manual 0 03 069707 7

SOUND AND STRUCTURAL VIBRATION Radiation, Transmission and Response

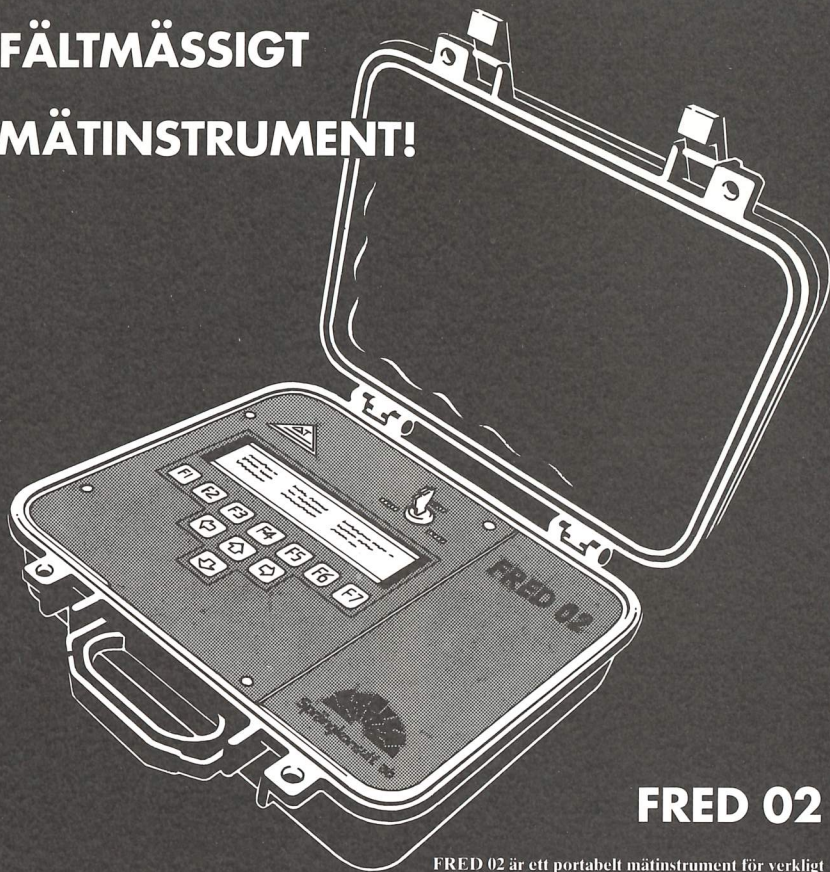
Frank Fahy (*Institute of Sound and
Vibration Research, The University,
Southampton*)

From the Preface: "... A unified qualitative and quantitative account of the physical mechanisms and characteristics of linear interaction between audio-frequency vibrational motion in compressible fluids and structures with which they are in contact. The primary purpose is to instruct the reader in theoretical approaches to the modelling and analysis of interactions, whilst simultaneously providing physical explanations of their dependence upon the parameters of the coupled systems. It is primarily to the engineering student that the book is addressed . . . there is a strong emphasis on the relationship of results obtained from theoretical analysis of idealised models and the behaviour of the less than ideal realities from which they are abstracted."

Contents: Waves in Fluids and Solid Structures – Sound Radiation by Vibrating Structures – Fluid Loading of Vibrating Structures – Transmission of Sound Through Partitions – Acoustically Induced Vibration of Structures – Acoustic Coupling Between Structures and Enclosed Volumes of Fluid – Introduction to Numerically Based Analyses of Fluid-Structure Interaction – **Index – Problems – Solutions.**

0 12 247671 9 Paper £16.50

ÄNTLIGEN ETT SLAGKRAFTIGT FÄLTMÄSSIGT MÄTINSTRUMENT!



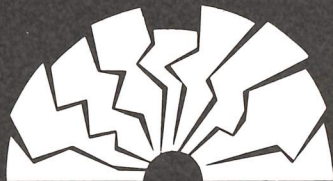
FRED 02

FRED 02 är ett portabelt mätinstrument för verkligt tuffa fältmiljöer, från arktiskt till tropiskt klimat. FRED 02 kan t o m dränkas i vatten om så behövs.

FRED 02 har som standard 8 mätkanaler och klarar både att mäta mycket snabba förlopp och statiska tillstånd samtidigt. Detta ger Dig möjlighet att mäta portrycksförändringar och snabba vibrationsförlopp, belastningar, tryck osv med samma mätare.

Triggning kan göras vid valbara tidpunkter eller genom en "unik händelse". En mätkedja kan startas t ex genom att en händelse i kanal 1 gör att kanal 3 och 5 startar mätning samtidigt. Trignivån kan ställas oberoende för varje enskild kanal.

FRED 02 har ett flertal metoder för analys och kommunikation. FRED 02 kan självklart anslutas till Din dator för vidare analys, lagring och automatisk rapportgenerering.



Sprängkonsult ab

Gustaf Werners gata 8, 421 32 VÄSTRA FRÖLUNDA
Telefon: 031 - 49 58 00

Introduction to Mechanics of Materials

by W.F. Riley and L.W. Zachary, both of Iowa State University, USA

A concise, updated successor to the successful *Mechanics of Materials* by Higdon, Olsen, Stiles, Weese, and Riley, this text is designed for a first course in mechanics of deformable bodies. It presents the concepts and skills that form the foundation of all structural analysis and machine design. The presentation relies on free-body diagrams, application of the equations of equilibrium, visualization and use of the geometry of the deformed body, and use of the relations between stresses and strains for the material being used. Stress transformation is covered later in this book than in the Higdon text. There are many illustrative examples and homework problems as well as computer problems and an appendix on computer methods.

Contents: Introduction to Stress, Strain, and Their Relationships; Axial Loading: Applications and Pressure Vessels; Torsional Loading; Flexural Loading: Stresses; Flexural Loading: Deflections; Statically Indeterminate Beams; Stress and Strain Transformation Equations; Combined Static Loadings; Columns; Inelastic Behavior; Energy Methods; Appendix A: Average Properties of Selected Material; Stress-Strain Diagrams for Typical Metals; Appendix B: Properties of Selected Areas; Second Moment of Plane Areas; Appendix C: Properties of Rolled-Steel Shapes; Appendix D: Table of Beam Deflections and Slopes; Appendix E: The International System of Units; Answers; Index.

Readership: Undergraduate Students of Physics and Engineering

0471 84933 2 approx 768pp
approx \$41.40
0471 50332 0 approx 768pp
approx \$25.45
(WIE)



An Introduction to Mechanical Vibrations

3rd Edition

by R.F. Steidel Jr, University of California at Berkeley, USA

The 3rd Edition of this well-received engineering text retains the clarity of exposition that made the previous editions so popular, and contains the most widely-used problem sets in the business. Its approach to vibration analysis is clear, concise, and simple, backed up by a wealth of problems and examples. Multi-degree-of-freedom problems are well-prefaced with two-degree-of-freedom cases. There is a special treatment of damping, including non-viscous problems (standard texts make much use of viscous damping, but most practical examples are not viscous). The text now includes an excellent development of Rayleigh's principle and an introduction to finite element vibration analysis. It also contains 100 new problems. The previous edition of this book was published in 1980.

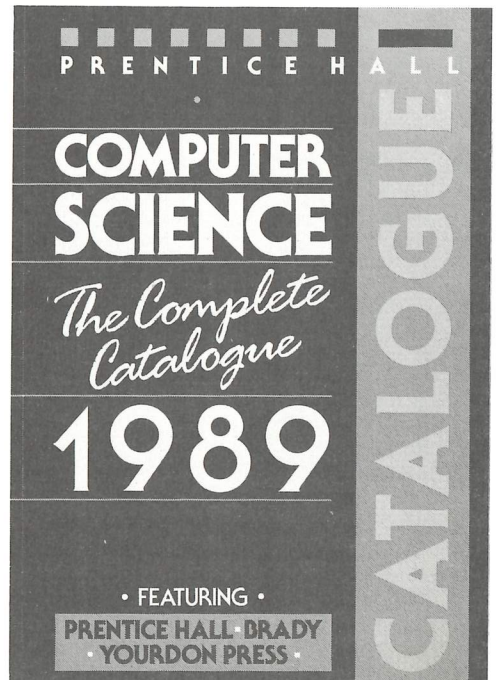
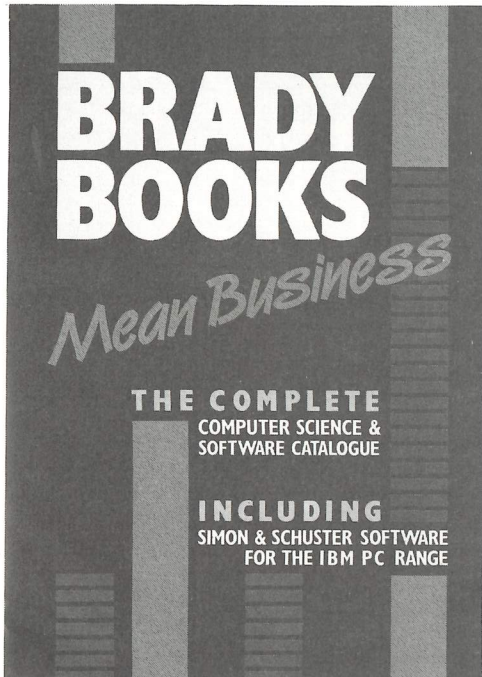
Contents: Dynamics; Periodic Motion; Energy Methods; Forced Periodic Motion; Initial Conditions and Transient Vibration; Damping; Damped Forced Vibrations; Nonlinear Vibration; Two Degrees of Freedom; Torsional Vibration; Discrete Systems: Matrix Methods; Discrete Systems: Finite Elements; Distributed Systems; Random Vibration; References; Index.

Readership: Graduate and Advanced Undergraduate Civil and Mechanical Engineering Students

0471 84545 0 approx 416pp
approx \$55.20
0471 61723 7 approx 416pp
approx \$25.45
(WIE)



För den dataintresserade SVIB-medlemmen finns sannolikt mycket att hämta ur dessa två kataloger.





Också **SAAB**
valde 4:e generationens
Realtids analysator från
Brüel & Kjaer



Den finns i en 1-kanalsversion typ 2123 (kan byggas ut till två kanaler) eller som 2-kanals typ 2133.

Båda har snabb datainsamling ner till 5 ms mellan frekvensspektra, 80 dB dynamiskt område och analys i 1/1, 1/3, 1/12 och 1/24 oktavspektra.

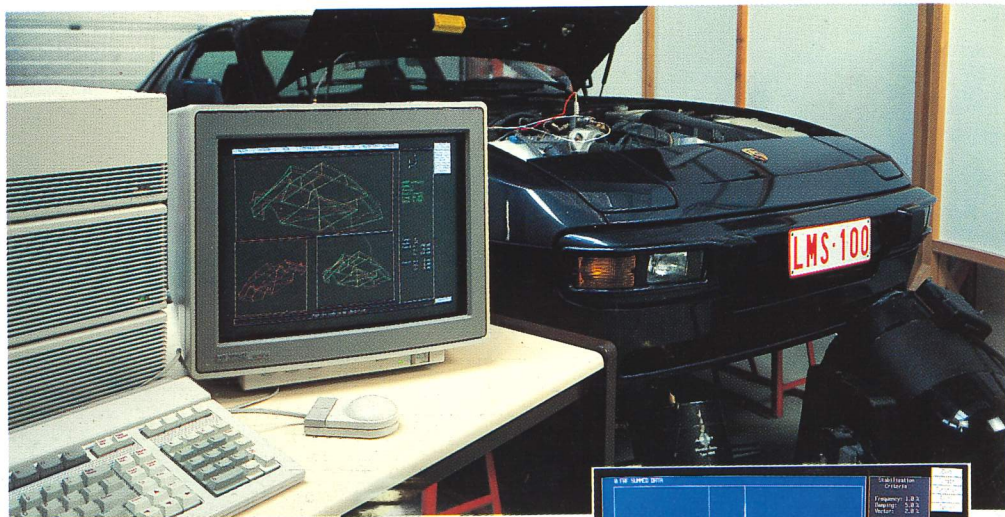
Brüel & Kjaer 

Brüel & Kjaer Sverige AB

Box 1244 · 141 25 Huddinge · Solfagravägen 42

Telefon: 08 · 711 27 30 · Telex: 10250 decibel s · Fax: 08 · 774 94 23

How would you optimize your structural analysis ?



Get good test Data !

With LMS CADA TEST you:

- Stimulate all modes by using multiple inputs
- Save time using up to 256 parallel channels
- Select the appropriate FRF model (H_1 , H_2 , H_v)
- Verify data with multiple coherence techniques

Calculate the correct modal model

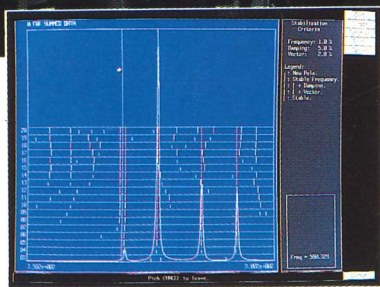
With LMS CADA MODAL you:

- Optimize modelling using global estimators
- Determine modal size with Stabilization diagrams
- Fit MIMO data in both time and frequency domain
- Detect coupled or repeated modes
- Determine design sensitivities

Choose LMS as your expert partner !

The unique LMS CADA platform integrates it all: data acquisition, signal processing, modal analysis, structural modification and links to FE models.

A common database and a common user interface ensure effectiveness and ease of operation.



Unique Stabilization diagrams help to optimize the model size.

Specialized problems require experts to solve them.

For full details call us today:



**LMS
SCANDINAVIA**

Artillerigatan 7

552 42 Jönköping, Sweden

Phone 036/11 47 72 Fax 036/11 47 74