

Testsignaler til kontrol af en målekæde

Resumé

Der er udarbejdet testsignaler, som gør det muligt at kontrollere en samlet målekæde. Testsignalerne, den tilhørende dokumentation og et regneark kan frit downloades fra Referencelaboratoriets hjemmeside, www.delta.dk/reflab.

1. Formål

Formålet med testsignalerne er at gøre det muligt at kontrollere en samlet målekæde.

Støjmåleudstyr, som anvendes til “Miljømåling – ekstern støj”, kalibreres med to års intervaller. Kalibreringen sikrer, at det enkelte instrument på kalibreringstidspunktet overholder de relevante krav til udstyret.

Ved en støjmåling indgår der ofte flere instrumenter i målekæden. Ved en målekæde forstås den samlede signalvej fra mikrofonen, gennem diverse apparater, kabler, lydoptagere og analysatorer til det færdige analyseresultat. Det er op til brugeren at sikre, at den samlede målekæde overholder kravene.

Ved brugerkalibrering kalibreres målekæden ved 94 dB. Hermed sikres, at udstyret måler korrekt ved 1 kHz, 94 dB, men kalibreringen dokumenterer ikke, hvorvidt hele målekæden overholder kravene ved andre frekvenser og niveauer. Derfor har Referencelaboratoriet fremstillet en række testsignaler, som kan bruges til kontrol af målekæden både i laboratoriet og i felten. Resultaterne kan indsættes i et regneark, som beregner afvigelserne, hvorefter det kan afgøres, om tolerancerne er overholdt.

2. Brugen af testsignalerne

Testsignalerne er lagret som digitale lydfile, som kan afspilles fra en pc via et lydkort eller via en MP3-afspiller. Der er også afvigelser fra den ideelle respons på sådanne enheder, men hvis den udførte kontrol viser, at tolerancerne er overholdt, må det anses for usandsynligt at disse afvigelser netop ophæver fejl i målekæden.

Testsignalerne bør tilføres målekæden ved at erstatte mikrofonen med en særlig indgangsadapter, se Appendix 1. Herved kan hele målekæden bortset fra mikrofonen kontrolleres. Testsignaler kan enten anvendes før, under eller efter en støjmåling.

Der er udarbejdet to korte sekvenser af testsignaler til brug ved optagelser i felten og efterfølgende analyse i laboratoriet, hvorved den samlede målekæde inkl. laboratorieudstyret kan kontrolleres på få minutter.

Længere sekvenser af testsignaler giver mulighed for at kontrollere frekvensrespons, herunder A-vægtning, niveaulinearitet og tidsvægtning, herunder L_{eq} . Endvidere findes der bredbåndssignaler, som er egnet til at kontrollere 1/1-oktav, 1/3-oktav og FFT-analysatorer. Signalerne er opdelt i grupper efter deres formål og ligger i hver sin folder med navn efter formålet:

- Referencesignal
- Lineær frekvensrespons
- A-vægtning
- Niveaulinearitet
- Tidsvægtning
- Bredbåndssignaler
- Kort testsekvens, A vægtning og niveaulinearitet
- Kort testsekvens, Lin frekvensrespons og niveaulinearitet

I Appendix 2 er givet en detaljeret oversigt over testsignalerne.

Signalerne er primært beregnet til at kontrollere et støjmålesystem i niveauområdet 30-100 dB, men kan eventuelt også bruges til andre niveauområder, dog begrænset til ca. 20-110 dB pga. MP3-afspillerens dynamikområde. I det følgende gives en anvisning på brugen af testsignaler til kontrol af et målesystem i området 30-100 dB.

Testsignalerne til frekvensvægtning og niveaulinearitet har hver en varighed på 20 sekunder, mens bredbåndssignaler og testsignaler til tidsvægtning har en varighed på 2 minutter. I de to korte testsekvenser varer hvert signal 10 sekunder, og den totale varighed af sekvenserne er ca. 2 minutter.

3. Referencesignal

Referencesignalet afspilles, og volumenkontrollen på MP3-afspilleren justeres, til måleudstyret viser ca. 94 dB.

Det vil i de fleste tilfælde ikke være muligt at justere volumenkontrollen, så referencesignalet giver en visning på eksakt 94 dB, idet volumenkontrollen på MP3-afspillere normalt går i spring på 2-4 dB. Derfor indstilles referencesignalet, så det er tættest muligt på 94 dB. Ved kontrollen med

de øvrige testsignaler er det den relative afvigelse fra referenceværdien, som afgør, om resultatet er OK; derfor er det ikke kritisk, om referencesignalet giver eksakt 94 dB, men den aktuelle visning skal indsættes i regnearket.

4. Lineær frekvensrespons

Til kontrol af den lineære frekvensrespons er der i folderen en serie testsignaler fra 10 Hz til 20 kHz, som alle skal give samme visning. Tolerancerne fremgår af regnearket.

5. A-vægtning

I folderen findes testsignaler i frekvensområdet 20 Hz - 20 kHz. Alle signaler skal give en A-vægtet visning på nominelt 50 dB(A). Tolerancerne fremgår af regnearket; regnearket bruger 1 kHz - 51 dB re FS (50 dB(A)) som reference.

6. Niveaulinearitet

I folderen findes 1 kHz-signaler med visning fra +6 dB (100dB(A)) i forhold til referencesignalet i spring på 10 dB ned til -64 dB (30 dB(A)) i forhold til referencesignalet. Det er bedst at kontrollere niveaulineariteten med A-vægtning indkoblet.

7. Tidsvægtningssignaler

Signalet er et 1 kHz toneburst signal med en varighed på 100 ms. Signalet gentages med 10 s intervaller. I starten er der 10 s konstant referenceniveau. Hvis målesystemet sættes til tidsvægtning F, skal maksimalniveauet være 2,6 dB under referencesignalets niveau. Hvis målesystemet sættes til tidsvægtning S, skal maksimalniveauet være 10,2 dB under referencesignalets niveau. Tolerancer fremgår af regnearket. Signalerne findes med 94 dB, 74 dB, 54 dB og 34 dB nominelt niveau.

Hvis der måles L_{Aeq} eller L_{eq} over et helt antal perioder af signalet, f.eks. 60 eller 100 s, skal værdien være 20 dB under referencesignalets niveau. Tolerancerne fremgår af regnearket. Testsignalet med 34 dB nominelt niveau er ikke egnet til kontrol af L_{Aeq} eller L_{eq} , idet resultatet nominelt er 14 dB, hvilket er under MP3-afspillernes dynamikområde.

8. Bredbåndssignaler

Folderen indeholder fire testsignaler, hvis anvendelse beskrives i det følgende.

8.1 Multitone oktav

Dette signal indeholder toner ved centerfrekvenserne for oktavfiltrene i området 31,5 Hz - 16 kHz. Når signalet analyseres med en oktavanalysator, bør niveauet blive det samme i alle bånd. Niveauet i 1 kHz-båndet bruges som reference. De tilladelige afvigelser fremgår af regnearket.

8.2 Multitone 1/3-oktav

Dette signal indeholder toner ved centerfrekvenserne for 1/3-oktav filtrene i området 20 Hz - 16 kHz. Når signalet analyseres med en 1/3-oktavanalysator, bør niveauet blive det samme i alle bånd. Niveauet i 1 kHz-båndet bruges som reference. De tilladelige afvigelser fremgår af regnearket.

8.3 White noise

White noise er et støjsignal med lige meget energi pr. Hz båndbredde. Hvis signalet analyseres (uden A-vægtning) med en FFT-analysator, vil niveauet i hvert bånd nominelt blive det samme. Hvis opløsningen i FFT-analysen er høj (mange linier), skal der måles over lang tid for at få et stabilt resultat.

8.4 Pink noise

Pink noise er et støjsignal, som indeholder lige meget energi pr. relativ båndbredde. Når signalet analyseres med en oktav eller 1/3-oktavanalysator, bør niveauet blive det samme i alle bånd. Afvigelser kan enten skyldes afvigelser i målesystemets frekvensrespons eller i analysatorens båndbredde for hvert filter.

9. Korte testsekvenser

De to korte testsekvenser er primært beregnet til en hurtig kontrol, hvor testsekvensen optages før målingen og analyseres i laboratoriet senere. Den ene testsekvens er til kontrol af A-vægtning og niveaulinearitet, mens den anden testsekvens er til kontrol af lineær frekvensrespons og niveaulinearitet. Sekvenserne indeholder lidt færre frekvenser og niveauer end de lange testsekvenser. Der bør måles L_{Aeq}/L_{eq} over nogle få sekunder, hvor niveauet er konstant for hvert testsignal. Analysen af hele testsekvensen kan i nogle tilfælde indsættes i regnearket via klipbordet på analyse-pc'en.

Appendix 1

Valg af MP3-afspiller

Referencelaboratoriet har prøvet MP3-afspillere af typen iPod, iPod nano og Samsung type YP-02. Afvigelseerne pga. MP3-afspilleren har for disse typer været under 0,1-0,2 dB. Det er Referencelaboratoriets vurdering, at hvis man anvender en MP3-afspiller af god kvalitet (pris) er det ikke kritisk, hvilket fabrikat det er. Det skal være muligt at udkoble eller stille afspillerens frekvenskorrigerende kredsløb (equalizer m.m.) til neutral, for at den kan anvendes.

Tilslutning af MP3-afspiller til støjmåleudstyr

Signalet føres fra MP3-afspillerens hovedtelefonudgang til målekæden via en ledning med stereo minijack til BNC eller Phono stik - Phono til BNC adapter. Testsignalerne ligger i begge kanaler, så det er uden betydning, om man anvender højre eller venstre udgang.

For at opnå den optimale kontrol af målekæden bør testsignalerne tilføres så tidligt i signalvejen som muligt, dvs. ved mikrofonterminalerne. Hertil skal anvendes en særlig adapter, som kan fås hos flere producenter af støjmåleudstyr.

Fra firmaet G.R.A.S. kan fås en adapter RA0062, hvor signalet kan tilsluttes via en indbygget 20 pF kapacitet. Denne kapacitet sikrer, at en eventuel polarisationsspænding ikke bliver ført til udgangen på MP3-afspilleren. Samtidigt simulerer kapaciteten impedansen af mikrofonen, således at frekvensresponsen for mikrofonforstærkeren bliver den samme, som hvis der var tilsluttet en mikrofon.

Alternativt kan signalet tilsluttes efter forforstærkeren; hertil kræves en adapter/ledning med samme stik som forforstærkeren (7-polet lemo eller 7-polet B&K stik) og et BNC eller tilsvarende normalt stik i den anden ende.

Indstilling af MP3-afspilleren

For at kunne anvende MP3-afspilleren til kontrol af støjmåleudstyret skal alle frekvenskorrigerende kredsløb som bassboost og equalizer udkobles eller stilles i neutral stilling. Hvordan dette gøres, fremgår af MP3-afspillerens manual, som normalt kan findes på Internettet, hvis man ikke har den originale manual. En evt. equalizer stilles til 0 dB gain i alle frekvensbånd.

Volumenkontrollen stilles som angivet i vejledningen for kontrollen.

Appendix 2

Oversigt over testsignaler

Folder	Nr.	Signal	Niveau [dB re FS]	Varighed [s]
0 Referencesignal	01	Ref. 1 kHz	-0,7	120
1 Kort - A-vægt, Niv Lin	01	Ref. 1 kHz	-7,0	10
	02	20 Hz	-0,5	10
	03	100 Hz	-31,9	10
	04	5 kHz	-51,5	10
	05	10 kHz	-48,5	10
	06	1 kHz	-1,0	10
	07	1 kHz	-11,0	10
	08	1 kHz	-31,0	10
	09	1 kHz	-51,0	10
	10	1 kHz	-61,0	10
	11	1 kHz	-71,0	10
	12	Silence		10
2 Kort - Lin Frek, Niv Lin	01	Ref. 1 kHz	-7,0	10
	02	20 Hz	-11,0	10
	03	100 Hz	-11,0	10
	04	5 kHz	-11,0	10
	05	10 kHz	-11,0	10
	06	1 kHz	-1,0	10
	07	1 kHz	-11,0	10
	08	1 kHz	-31,0	10
	09	1 kHz	-51,0	10
	10	1 kHz	-61,0	10
	11	1 kHz	-71,0	10
	12	Silence		10
3 Lang - A-vægt	01	20 Hz	-0,5	20
	02	40 Hz	-16,4	20
	03	100 Hz	-31,9	20
	04	1 kHz	-51,0	20
	05	5 kHz	-51,5	20
	06	10 kHz	-48,5	20
	07	20 kHz	-41,7	20

Folder	Nr.	Signal	Niveau [dB re FS]	Varighed [s]
4 Lang - Lin Frek	01	10 Hz	-11,0	20
	02	20 Hz	-11,0	20
	03	40 Hz	-11,0	20
	04	100 Hz	-11,0	20
	05	1 kHz	-11,0	20
	06	5 kHz	-11,0	20
	07	10 kHz	-11,0	20
	08	20 kHz	-11,0	20
5 Lang - Niv Lin	01	1 kHz	-1,0	20
	02	1 kHz	-11,0	20
	03	1 kHz	-21,0	20
	04	1 kHz	-31,0	20
	05	1 kHz	-41,0	20
	06	1 kHz	-51,0	20
	07	1 kHz	-61,0	20
	08	1 kHz	-71,0	20
	09	Silence		20
6 Tidsvægtning	01	Ref. 1 kHz	-7,0	10
	01	1 kHz 100 ms	-7,0	110
	02	Ref. 1 kHz	-27,0	10
	02	1 kHz 100 ms	-27,0	110
	03	Ref. 1 kHz	-47,0	10
	03	1 kHz 100 ms	-47,0	110
	04	Ref. 1 kHz	-67,0	10
	04	1 kHz 100 ms	-67,0	110
7 Bredbåndssignaler	01	Octave multitone	17,0	120
	02	Third octave multitone	17,0	120
	03	White noise	17,0	120
	04	Pink noise	17,0	120