

Digital audio – et kig under køleren (rev. 8, 13.9.2009)

af Holger Lagerfeldt, producer

www.popmusic.dk/undervisning.html

Artiklen er underlagt lov om copyright, og må ikke fotokopieres eller mangfoldiggøres. Dokumentet må ikke uploades eller linkes til, med mindre der i tydelig sammenhæng fremgår forfatterens navn og link til hjemmesiden.

Indledning

Med computerens indtog i musikken er digital lyd blevet den fremherskende standard i lydproduktion. Digital lyd har bl.a. den fordel over analog lyd, at signalet kan overføres gentagne gange uden de samme kvalitetsforringelser som i den analoge verden, da signalet udgøres af lagret binær data, og således i princippet ikke er modtagelig over for eksterne og ukontrollable påvirkninger. Ydermere er redigeringsmulighederne og manipulationsgraden i hard disk recording mangedoblet i forhold til analoge optagemetoder på f.eks. multisporsbånd.

Analog signalbehandling har dog absolut stadig sine fordele. Fordele, som tildels er en smags- og vanesag, men som også tager udgangspunkt i en opfattet behageligere og mere tilgivende behandling af signalet. Man kan derfor med held kombinere både digital og analog behandling af et lydsignal. Man skal dog være opmærksom på, at hver eneste gang man kører et digitalt signal ud af f.eks. et lydkort for at blive analog processeret, gennemlever signalet en digital til analog omformning, og ligeledes en analog til digital omformning når signalet gøres digitalt igen på vej ind i computeren. Hver eneste gang en sådan proces foretages vil signalet forringes, og sandsynligheden for at der introduceres en hørbar kvalitetsforringelse stiger. Man skal derfor forsøge at holde disse instanser til et absolut minimum. Selve omformingen af et analogt signal til et digitalt signal, dvs. f.eks. lyden fra et keyboard eller mikrofon optaget ind i lydkortet, kaldes for konvertering. Der er således tale om analog til digital (A/D) konvertering når man optager et signal via f.eks. jackstik ind i et lydkort. Når lyden afspilles fra lydkortet sker der en digital til analog (D/A) konvertering af signalet, således at det kan afspilles af forstærker og højttalere.

Samplefrekvensen

Den mest almindelig metode til at konvertere et analogt signal til digitalt, er via Pulse Code Modulation (PCM). I et PCM baseret system modtages et analogt signal i A/D konverterens indgangstrin hvor de aktuelle strømudslag måles i jævne intervaller. En 48kHz sample rate (målingsfrekvens) tager således 48.000 målinger per sekund. For at måle korrekt på et vekselstrømssignal - hvor der jo er positiv og negativ fase - skal den altså måle mindst 2 gange pr. cyklus.

Den højeste frekvens en A/D konverter kan måle er lig halvdelen af sample raten. Det kan man udlede fra Shannon-Nyquist teorien som siger at "båndbredden af information transmitteret af et givent kommunikationssystem er begrænset til halvdelen af sendefrekvensen". I et digitalt lydsignal er selve lydsignalet "informationen" og sample raten er transmittenten, altså "senderen". Det betyder i teorien, at en 48kHz sample rate

optagelse korrekt kan opfange et 24kHz signal, og at en 44.1kHz sample rate optagelse kan opfange et 22.05kHz signal.

Forklaringen på de lige 44.1kHz, som er standarden i cd-audio formatet, findes i, at formatet skal kunne indeholde lydfrekvenser op til 20kHz hvilket er toppen af menneskelig hørelse (mere realistisk kan de fleste unge mennesker høre til maksimalt 16-18kHz). Der er "snydt" lidt med de sidste 2.05kHz, da de istedet bruges til at tilføje et nødvendigt cut off filter til ethvert signal som overstiger halvdelen af sample raten. Således de i alt 44.1kHz.

Nu har vi således gennemgået det frekvensmæssig aspekt af en A/D konvertering. Her følger anden del, nemlig det dynamiske aspekt i digital lyd:

Bitopløsningen

Én gang i hver sampleperiode måler A/D konverteren som sagt det umiddelbare strømniveau, og dette niveau repræsenteres så af et nummer. Ligesom i al anden elektronik benyttes det binære talsystem (0 og 1) fordi det jo passer godt til elektroniske kredsløb som enten slukket (0) eller tændt (1).

En række af binære tal (på engelsk binary digits = BInary digiTS = BITS) danner tilsammen et såkaldt "word" og antallet af bits i et "word" danner en "word-length". Den højeste amplitude (udsving i bølgehøjden) som kan repræsenteres af en givent word-length, er når samtlige bits er et 1-tal, dvs. 1111111111111111 hvis det er et 16-bit word. Dette kaldes full-scale digital audio, og er det almindelige referencepunkt. Oversat til decimaltal er der således 65.536 diskrete trin i 16 bit audio og 16.777.216 trin i 24 bit audio. Antallet af bits i et digitalt word definerer den dynamiske rækkevidde, dvs. forskellen mellem det højest mulige signal og det lavest mulige signal. Et 16 bits system har en dynamisk rækkevidde på ca. 96 dB, et 24bit system en teoretisk rækkevidde på 144 dB.

Når et digitalt signal overstyrer, dvs. peaker i meteret, skyldes det at der ikke er nok mulige bits til at beskrive signalet fordi signalet er for kraftigt til at blive målt på. Der er således kun 1-taller hele vejen i signalets word. Et sådant signal betegnes som en "overs". Visse A/D konvertere tillader sådanne forekomster af "overs" op til to gange i træk, andre kun een gang, og nogle ganske få slet ikke. En god tommelfinger regel er helt at undgå overs, men selv to - tre overs er sjældent hørbart i gode A/D konverter på transiente (hurtigt forbigående) signaler.

Word-length definerer også den mindste forskel i niveau man kan optage, og det påvirker den opfattede kvalitet af det optagede. Der er her tale om begrebet quantization, som i digital lyd-sammenhæng refererer til det mindste stigende trin i det digital niveau mellem et 0 og et 1-tal. Forestiller man sig et analogt signal som langsomt stiger gradvist, men som istedet for at stige glidende, stiger i serier af trin. Selve størrelsen af trinnene bestemmes af antallet af bits, det mindste trin værende forskellen mellem det mindste (det såkaldte Least Significant Bit) værende sat til enten 0 eller 1. Diverse filtreringsmetoder i D/A konverteren udjævner dog de individuelle trin så man ikke høre det.

Det ovenstående betyder også, at et signal som ligger i den allerlaveste del af det dynamiske spektre vil få konverteren til at slukke og tænde bitsne fordi den ikke kan

beskrive et tal mellem 1 og 0. Denne slukken og tænden opfattes af vores ører som en ubehagelig svag metalliske knasen. Det vil kunne høres når man afspiller slutningen af en optaget rumklang af en lyd.

For at undgå denne situation benyttes en teknik ved navn dithering, hvilket er en matematisk beregning og processering af signalet som tilføjer en anelse støj i de meget svage dynamiske områder for at maskere den opfattede metalliske knitren. Dithering benyttes almindeligvis når man f.eks. optager i en højere bitopløsning end man tilsidst ender i. Et eksempel kunne være en optagelse ind i en separat A/D konverter i 24bit hvor signalet går digitalt videre ind i lydkortet som optager 16bit filer. Man kan med held aktivere dithering på den separate A/D konverter, således at de 24bit som man optager i udnyttes delvist (man opnår et ca. 20 bit signal på en reel 16 bit fil) selvom signalet jo tilsidst ender i 16bit. Optager man i 24bits-kvalitet i konverteren men uden dithering, og ender i 16bit filer på hard disken, er al fordel af de 24bit dog gået tabt. Dithering bør ikke bruges under optagelse af individuelle spor, men kun tilsidst i masteringprocessen, da det ellers kan føre til både uønsket støj/maskering og evt. ultrahøj hyletoner på filerne ved efterfølgende processering. En af de bedste dithering algoritmer er POW-r#3.

Anbefalinger

De fleste lydkort kommer med en indbygget A/D konverter. Ofte er kvaliteten både brugbar og acceptabel, men måske ikke fremragende. Ønsker man en endnu bedre definition og klarhed i sit signal, men ønsker samtidig at bruge sit nuværende lydkort, bør man overveje at anskaffe sig en separat A/D konverter. Det kræver dog selvfølgelig, at lydkortet har en digital indgang hvorfra signalet fra den separate konverter kan indføres.

AES/EBU (benytter balanceret XLR-stik) er den balancerede standard for digital signaloverførsel, mens S/PDIF (benytter afskærmet phono-stik) er en ubalanceret standard. En anden særdeles udbredt og velfungerende overførselsform er ADAT (via optisk kabel), som kan levere op til 8 kanaler pr. kabel. Ønsker man absolut vished for sit digitale signals korrekte overførsel fra konverter til lydkort, bør begge maskiner synkroniseres via indbygget word clock eller anden sync forbindelse. Word clock er ikke nødvendig ved forbindelse af kun to enheder, der i forvejen har anden sync. Den separate konverter skal indstilles til "master", dvs. at den styrer word clocken, mens lydkortet sættes til "slave". Har man flere maskiner i sit setup, skal man benytte separat word clock sync via BNC kabler, oftest til en Master Clock (f.eks. Big Ben fra Apogee).

Digital Audio Denmark laver et dansk bud på en verdensklassekonverter, og der findes utallige bud på højkvalitetskonvertere fra diverse esoteriske mærker, ofte fra USA. Af forskellige andre højkvalitetskonvertere kan nævnes Benchmark, Lavry, Prism og Mytek.

af Holger Lagerfeldt, producer

www.popmusic.dk/undervisning.html