



# TÉRHATÁSÚ HANGFORMÁTUMOK

SZÖVEG: KOMÁROMITZSOMBOR ÉS  
KELEN DÁVID

Térhatású hangformátumnak nevezzük azokat rendszereket, amelyek képesek rögzíteni és visszaadni a tér egy meghatározott részén belül lévő hangforrások helyét, egymáshoz viszonyított helyzetét.

Az emberi hallás két szervet – a füleket – használ a hangok érzékelésére, és az agy hozza létre a beérkező ingerekből az úgynevezett „hangképet”, elsősorban a fülbe érkező hang erősségének és fázisának, vagyis időeltéréseinek különbségét felhasználva. Az ideális hangrendszer a körülöttünk lévő teljes hangtér összes rezgését képes lenne reprodukálni. A gyakorlatban

alkalmazott hangrendszerek beérik azzal, hogy a térhatás elérésére legalább két – vagy több – csatornát alkalmaznak, így ezt az idő és hangerőbeli különbséget rögzíteni lehet.

Kialakulhat bennünk az a helytelen elképzelés, hogy a két fül miatt elegendő a két hangcsatorna alkalmazása, de ez az elgondolás ilyen formájában nem állja meg helyét. Tény, hogy amennyiben fejhallgatót használunk, a két hangszóró a füleken helyezkedik el, és ilyen szempontból nincs értelme több csatorna alkalmazásának. De a fejhallgató csak akkor képes valóban

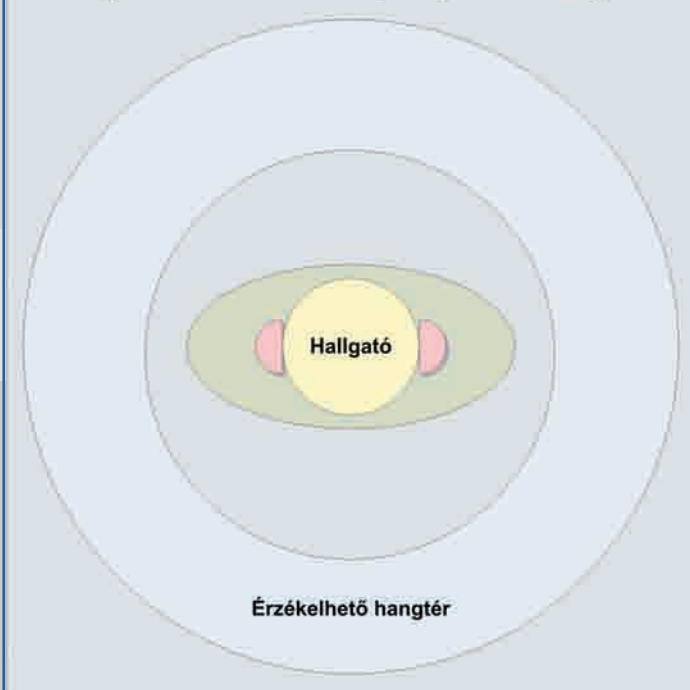
360 fokos „hangtér” érzetet kelteni, ha ezt a rögzítésnél eleve figyelembe vették. Az ilyen felvételek úgynevezett műfejvel készülnek. A műfej olyan, emberi fejet formázó berendezés, amelyen relatív pontosan kialakítják a fülük formáját, és ezek belsejében helyezik el a két mikrofont.



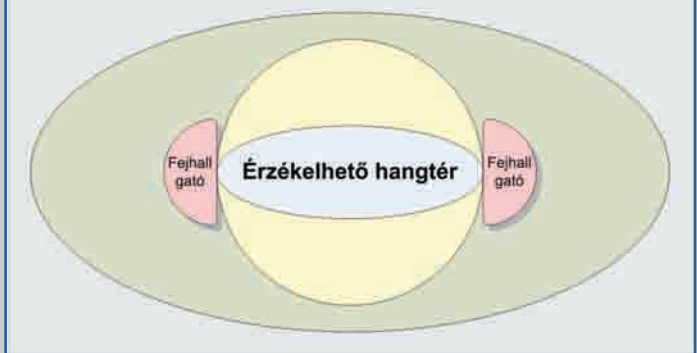
A Neumann KU100 műfej felvételek készítésére és speciális mérésekre egyaránt használható

A műfejes felvételek fejhallgatóval visszahallgatva teljes térérzetet képesek kelteni, míg a hangsugárzókra kevert felvételeknél az eredeti hangforrásokat a fejünk belsejében, a két fül között érzékeljük.

## Műfejvel készült felvétel fejhallgatóval hallgatva



## Hangsugárzóra kevert kétcsatornás sztereó hang fejhallgatóval hallgatva



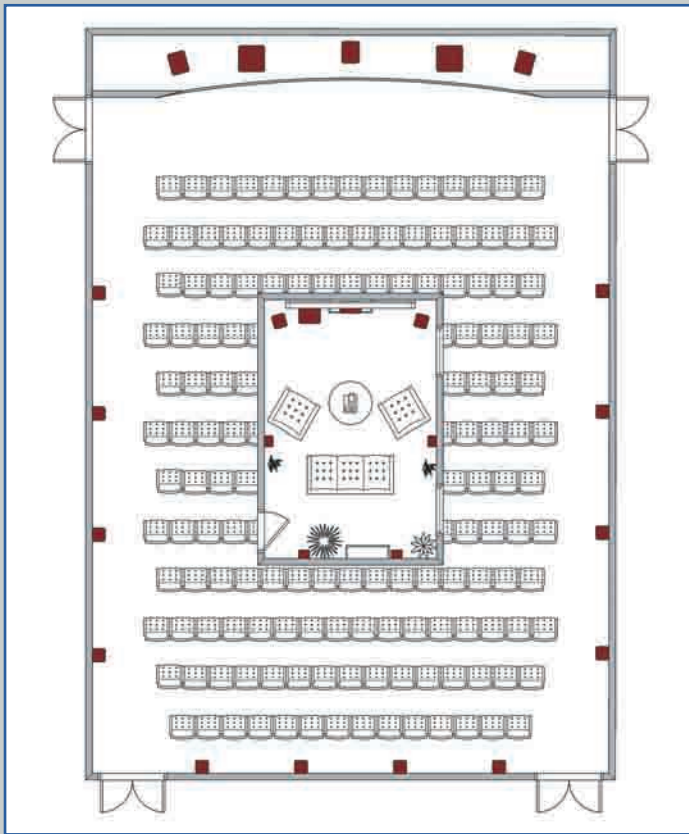
A két csatornás hangsugárzókra kevert felvételek a térnek csak egy kis – körülbelül 60-90 fokos – szeletét képesek visszaadni. Ez évtizedeken keresztül azért nem jelentett mégsem problémát, mert az élő rendezvényeken – opera, rock-, jazz-, vagy komolyzenei koncert – a hangszínpad is ebben a szögben „helyezkedik el” a hallgatósághoz képest. A tér többi pontjából „mindössze” a helység akusztikai kialakítására jellemző visszhangok érzékelnek.

## Kétcsatornás sztereó hangrendszer



A „hasznos” hangtér ilyen leszűkülése azonban csak a zenei rendezvények sajátossága. A mindennapi életben a hangok körülvesznek bennünket, előlől-hátulról, jobbról-balról, mindenhol halljuk őket. Nem csoda hát, ha a filmeknél, ahol nem zenei koncerteket, hanem mindennapi élethelyzeteket mutatnak be, hamar igény mutatkozott a teljes 360 fokos hangtér rögzítésére és visszaadására.

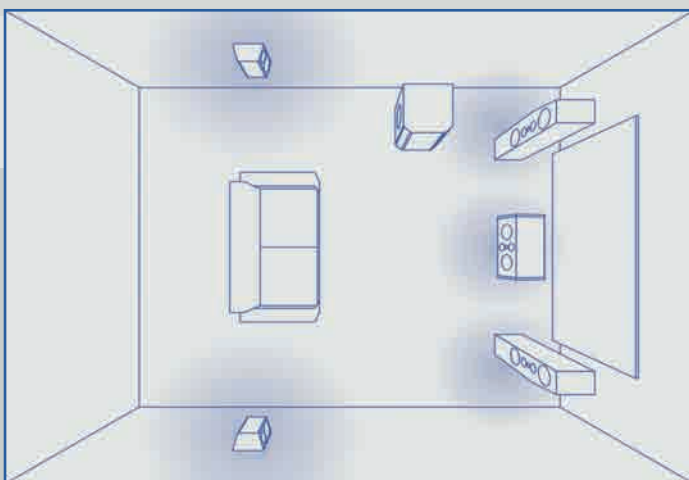
A hangsugárzókkal történő hangvisszaadás kezdetén a sztereó hang két csatornája kényszermegoldás volt, hiszen a mikrobarázdás lemezen például egyszerűen nem lehetett többet „tárolni”. Valójában már a kezdet kezdetekor a 30-as években (!) a Bell laboratóriumban eleve három csatornás hangvisszaadással kísérleteztek, ahol a két csatornás sztereó egy úgynevezett center, vagyis középsugárzóval egészült ki. A center-sugárzó a technika fejlődésével a mozi és házi mozi rendszerekben ismét alkalmazásra került. Használatára azért van szükség, mert ha egy kétcsatornás sztereó rendszerben kimozdulunk az ideális „sztereó székéből”, a középre kevert hangszereket illetve énekhangot vagy az egyik, vagy a másik hangszóróból fogjuk hallani. Vagyis van szobának egy meghatározott területe, amelyen belül a tér érzékelhető, ezen kívül azonban nem. A centercsatorna a középpontban megszólaló hangok pontosabb pozícionálását szolgálja, és jelentős mértékben megnöveli azt a területet, ahonnan a hangszínpad torzulás nélkül érzékelhető. Különösen nagy jelentősége van ennek a mozitermekben, ahol a nézők helyzete jelentős mértékben változhat a frontsugárzókhoz képest. Hasonló megfontolásokból kerül több háttérsugárzó felszerelésre a mozitermekben.



A mozitermekben a lakószobákkal szemben több háttersugárzó kerül alkalmazásra

A sztereó elnevezés térhatású hangot jelöl, és bár szinte kizárólag a kétcsatornás rendszerekkel kapcsolatban használjuk, valójában alkalmazható a kettőnél több csatornás – úgynevezett surround – hangrendszerekre is. Erre legjobb példa a Dolby Stereo, amely négy csatornás. Az ilyen sokcsatornás rendszerekre az angol surround kifejezés terjedt el, ami azt jelenti: körülölelni, bekeríteni. Vagyis egyértelműen olyan hangrendszerekre vonatkozik, amelyek képesek a körülöttünk lévő teljes 360 fokos hangtér reprodukálására.

A kétcsatornás sztereó felvételek hallgatásánál a hangszugárzókat úgy kell elhelyezni, hogy a hallgatási pozícióval együtt egy egyenlő oldalú háromszöget alkossanak. Ha a hangszugárzók ennél lényegesen nagyobb szöveget zárnak be, akkor a hangkép nem lesz egységes, két félre válik szét. Jól szemléltethető ez olyan felvételek lejátszásával, ahol egy autó halad át a hangszínpadon. Ha a hangszugárzók túlságosan távol vannak egymástól, az autó hangja erősödik az egyik hangszugárzóban, hirtelen átugrik a másik hangszugárzóra, és utána elhal. A mozgás érzete nem alakul ki. Ahhoz, hogy ennél szélesebb hangszínpadot hozzunk létre, lényegesen több, 5-7 hangcsatornára van szükségünk.



Az ilyen többcsatornás hangrendszerben elől több hangforrás helyezkedik el, mint a háttérben. Ennek több oka is van:

1. Figyelmünk a film miatt eleve előre irányul, agyunk pedig inkább azokat a hanginformációkat dolgozza fel, amelyhez látvány is társul. Hasonló a helyzet, mint a periférikus látással.

2. A vásznon folyó események a hangzás pontosabb pozicionálást igénylik. A három csatorna a helyiségen belül nagyobb területen teszi lehetővé az egyenletes hangtér érzékelését.

Teljes térhatást biztosító felvételekből alapvetően két fajta létezik:

1. Több csatornára kevert stúdiófelvétel. Ez esetben a frontcsatornák általában hasonló szerepet látnak el, mint a hagyományos sztereó hanganyagoknál, a háttértek pedig többnyire generált hangokat, vagy effekteket tartalmaznak. Ezzel a módszerrel készítik a filmekhez szánt hangsávokat is. A keverőstúdiót úgy alakítják ki, hogy az eleve egy mozitermet formázzon, ebben helyezkedik el a néha több száz csatorna kezelését lehetővé tevő számítógép vezérelt keverőpult.

2. Eleve több csatornásként rögzített élő felvétel. A felvétel során tulajdonképpen a lehallgatás körülményeinek tükörképét valósítják meg. A felvétel készítésénél a hangmérnökök azt az érzetet szeretnék megragadni, hogy a hallgató ott ül a közönség soraiban, és a zenekar minden rezdülését hallja, éri. Ezt úgy érik el, hogy a mikrofonokat a majdani hangszugárzók elrendezésnek megfelelően helyezik el – tehát öt fő mikrofont alkalmaznak az öt csatornához. Ezek pontosan, fényképszerűen rögzítik a zenekartól érkező közvetlen hangokat éppúgy, mint a teremre jellemző egyedi visszaverődéseket. Ez a kulcs a valódi élő atmoszféra létrehozásához. A hangzás egyenetlenségeinek kisimításához alkalmaznak kiegészítő mikrofonokat is, de ezek csak támogatják a fő felvevő egységeket.



A mikrofonok – ekkor még analóg – jelei nagyteljesítményű és nagy felbontású A/D konverterekbe érkeznek, majd digitális keverőpulton keresztül a számítógéppel vezérelt merevlemez felvevőbe. Mindez első hallásra nem tűnik különösebben bonyolultnak, azonban a mikrofonok megfelelő elhelyezése és a jelszintek beállítása komoly szakértelmet igénylő feladat.

Egy ilyen eljárás folyamán hangszugárzóink tulajdonképpen „hangablakká” válnak, ugyanazokat a hullámokat közvetítik, amiket a mikrofonok a helyszínen érzékeltek. A hangok leválnak a hangszugárzókról, és a hallgatási pont sem korlátozódik a rendszerünk mértani középpontjára. Ennek a technológiának köszönhetően lehetővé válik a koncertélmény valós otthoni létrehozása. Referenciaminőségű klasszikus zenei és jazz felvételek készülnek ilyen módon.

A különböző térhatású hangnormákat többféle szempontból vizsgálhatjuk, csoportosíthatjuk. Az egyik legfontosabb, hogy megkülönböztessük a hang kódolására szolgáló eljárásokat a lejátszásra szolgáló dekódoló eljárásoktól. Vannak olyan rendszerek, ahol a két folyamat nem válik szét egymástól, de vannak olyanok is, ahol egy kódolási rendszerhez egymás után több – egyre fejlettebb – dekódolási rendszert fejlesztenek ki. Erre a legjobb példa a Dolby Surround kódolási rendszer, amelyhez a Dolby egymás után dobta piacra a Dolby Surround, a Dolby Pro Logic, Pro Logic II és a Pro Logic IIx dekódoló rendszereket. A megkülönböztetés azért lényeges, mert

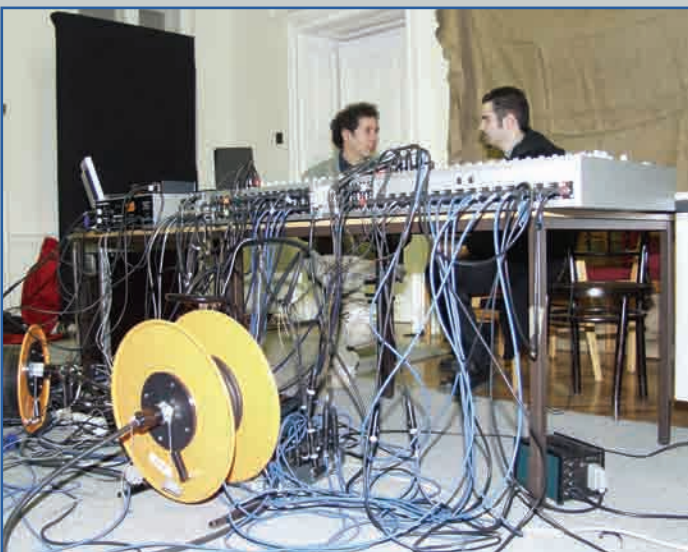


a kódolási eljárások mindig a műsoranyaghoz tartoznak, míg a dekódolási rendszerek a lejátszó berendezések kellei.

A Dolby Surround az egyetlen széles körben elterjedt analóg kódolási rendszer. Minden későbbi követője már digitálisan formában dolgozza fel a hangadatokat. A digitális rendszerek legnagyobb előnye, hogy a csatornákat egymástól teljesen szétválasztva, diszkrétan lehet tárolni. A Dolby Surround kódolásnál ezzel szemben a négy csatorna adatai két csatornába kerülnek keverésre.

A digitális hangformátumok két nagy csoportra oszthatók: tömörítetlen és tömörítést alkalmazó rendszerekre. Az első csoportba tartoznak a kimondottan zenei célra szánt CD, DVD-Audio és SACD. E formátumok esetén a hangszó és a digitális kódolás és a tárolás körülményeire helyeződik, és a DVD-Audio vagy SACD mint formátum adathordozója nélkül a gyakorlatban nem is fordul elő.

Ezzel szemben a filmekhez kapcsolódó hangszabványok esetén a hangszó az alkalmazott tömörítési eljárásra helyeződik, hiszen a 360 fokos térhatás eléréséhez szükséges legalább 5 csatorna tárolásához tekintélyes adatmennyiség kapcsolódik, amelyet a film képanyaga mellett nem lehet minden esetben teljes egészében tárolni.



A jelenleg használatban lévő térhangformátumok a következő paraméterek segítségével jellemezhetők:

1. Csatornák száma és ezek térbeli kiosztása. Ez határozza meg, hogy a rendszer által létrehozott hangtér a valóság mekkora szeletét, és milyen pontossággal képes visszaadni.

2. Frekvencia átviteli tartomány. Ez a digitális rendszerekben az úgynevezett mintavételezés függvénye, vagyis hogy egy másodperc alatt hány-szor vesznek mintát az eredeti analóg hangjelből. Egy digitális formátum maximálisan a mintavételezési frekvencia felét képes visszaadni, vagyis egy olyan rendszer, amely 192 kHz-es mintavételezéssel dolgozik, maximálisan a 96 kHz-es frekvenciát képes átvinni.

3. Dinamikatartomány és torzítás. Ezt a digitális rendszerekben a mintavételezett jel tárolásához alkalmazott bitek száma adja meg. A CD-knél pél-

dául 16 bitet használnak, amely  $2^{16}=65536$  különböző állapot tárolására képes és ez 96 dB dinamikatartományt, jel-zaj arányt és torzítási értéket eredményez. Egy bit 6 dB dinamikatartományt (kétszeres érték) biztosít, 16 bit tehát 96-ot. Egy 24 bit felbontású rendszer 144 dB dinamikatartomány visszaadására képes.

3. Tömörítési arány. Azoknál a digitális rendszereknél, ahol a kisebb adattárolási helyigény miatt tömörítést alkalmaznak, lényeges a tömörítés mértéke. A tömörítési arányt az eredeti és a tömörített adatállomány adatátviteli sebességének aránya adja. Mérőszáma általában a kilobit/másodperc. A CD-k két hangsávjának tömörítetlen adatmennyisége 1440 kilobit/másodperc, ezzel szemben a Dolby Digital által alkalmazott tömörítési eljárások lehetővé teszik 6 csatorna átvitelét mindössze 384-448 kilobit/másodperc alkalmazásával. Sajnos a tömörített rendszerek jellemzésére a hagyományos mérési eljárások nem alkalmazhatók, hiszen ezek az eredeti hangjelek közül az emberi hallás sajátosságait és a pillanatnyi információmennyiséget figyelembe véve jelentős mennyiséget törölnek.

4. Az adattárolás módja. Vannak olyan rendszerek, ahol a szabvány nem csak a jel, de az adattárolásra alkalmazott eszköz formátumát is meghatározza. Ilyenek – ahogy már említettük – a CD, a DVD-Audio, az SACD. A számítástechnikában alkalmazott digitális formátumokat ezzel szemben a tároló formátummal, vagyis a fájl típusával írható le. Ilyenek az MP3, a WAV stb.



A fentiek vonatkozásában nézzük most meg, hogy a különböző térhatású hangszabványok milyen technikai sajátosságokkal rendelkeznek.

## Dolby Surround vagy Dolby Stereo

A Dolby Surround kódolási rendszer a térhatású formátumok első széles körben elterjedt változata, amely 4 csatorna jelét 2 csatornába kódolva tárolni. A dekódolásra szolgáló áramkörök szintén ezen a néven kerültek forgalomba a hetvenes évek második felében. Ez utóbbiak 4 csatorna dekódolására képesek (jobb, bal, közép, háttér). A jobb és bal csatorna 20 Hz- 20 kHz, a centersugárzó 100 Hz-20 kHz, a háttérsugárzó 100 Hz – 7 kHz frekvenciatartományban dolgozik.

Dolby Surround kódolás jelentős előnye a mozik számára, hogy kompatibilis a mono hangos vetítőberendezésekkel, a dekódolásra szolgáló Dolby Surround indulásakor technikailag azonban meglehetősen kiforratlan volt. A dekódoló passzív mátrix rendszerrel dolgozott, amely a center és a háttérsugárzó jeleit nem mindig tudta egymástól megfelelően szeparálni. Ezért a középsugárzó jele hallható volt a háttérsugárzóban, a háttérsugárzó jele pedig hallatszott a középsugárzóban. Ez időnként azt eredményezte, hogy a hallgató „fejében” szólalt meg a hang. Nem mindig sikerült a bejövő jel balanszának kiegyenlítése, ennek következtében a centersugárzó nem tudta a középben beszélő szereplők hangját korrekten pozícionálni. A négy csatorna hangerejének kiegyenlítése sem volt mindig megoldott.

## Dolby Pro Logic Surround

A Dolby Pro Logic a Dolby Surround dekódoló továbbfejlesztett változata. Csatornakiosztása megegyezik a korábbi Dolby Surround rendszerével.

A Pro Logic egyik legnagyobb újítása az úgynevezett aktív mátrix rendszer. Ez nem egyszerűen csak visszafejti az eredeti csatornákat, de a center

és háttércsatorna jelét szinte maradék nélkül eltávolítja a frontcsatornák jeléből, így csatorna elválasztása lényegesen jobb, mint a korábbi rendszeré. További előnye, hogy automatikusan kiegyenlíti a bemenőjel balansát. Beépített funkcióként tartalmazza a csatornák hangerejének beállítására szolgáló jelgenerátort. Többfajta középsugárzó üzemmód közül választhatunk. „Normál” üzemmódban a középsugárzó frekvenciája 100 Hz-20 kHz, ezt az üzemmódot akkor célszerű alkalmazni, ha hangsugárzóink relatíve kis méretű. Ilyenkor a 100 Hz alatti hangokat csak a jobb és a bal hangsugárzó közvetítik. „Wide” – széles – üzemmódban a centrsugárzó is megkapja a teljes 20 Hz-20 kHz frekvenciatartományt, ezt akkor érdemes választanunk, ha a középsugárzó is alkalmas a mélyebb frekvenciák lesugárzására. Lehetőség van ezen felül fantom üzemmódra is, ahol hasonlóan a hagyományos sztereóhoz nem használunk középsugárzót. A háttérsugárzó jelét 30-100 millisecundummal késlelteti, ezáltal a lakószobák lényegesen kisebb légtérnek akusztikáját próbálja hasonlóvá tenni a moziroomkéhez.

A Pro Logic dekóderek első változatai analóg áramkörök voltak, a kilencvenes évek második felétől ezt kiszorították a digitális hangprocesszorként működő változatok. Ezek működtetéséhez, az analóg jeleket feldolgozás előtt digitalizálni kell.

## Dolby Digital

A Dolby Digital olyan digitális hangtömörítési eljárást jelent, amely lehetővé teszi 1-5.1 csatornás felvételek egy digitális jelbe való veszteséges tömörítését. Diszkrét csatornákkal dolgozik, vagyis nem kódol csatornákat egybe úgy, mint például a Dolby Surround. Ez volt az első digitális térhatású mozihang, amely 5.1, vagyis hat csatornát használ (jobb, bal, közép, jobb hátsó, bal hátsó, mélysugárzó), 1992 júniusában mutatták be az első Dolby Digital filmet, a Batman visszatért.

A Dolby Digital a veszteséges AC-3 kódolást alkalmazza az eredeti PCM hangra 32, 44 vagy 48 kHz-es mintavételezéssel, legfeljebb 24 bites felbontással. Az adatátviteli sebesség 32 kilobit/másodperctől 640 kilobit/másodpercig terjedhet, 5.1 csatornás felvétel esetén általában 384 vagy 448, kétcsatornás sztereó hangnál pedig tipikusan 192 kilobit/másodpercet használnak.

Minden csatorna teljes frekvenciatartományt biztosít (20 Hz – 20 kHz), kivéve a mélysugárzót, amely a 3 Hz – 120 Hz-es tartomány lesugárzására szolgál. 35 és 70 mm-es mozifilmre is rögzíthető optikai jelként. Mivel a filmszalagon már nem volt máshol szabad hely, ezért erre a célra a perforációk közötti területet használják fel. E mellett a visszafelé való kompatibilitás miatt a Dolby Surround optikai hangot is felveszik. Erre azért van szükség, mert amennyiben a filmkópia sérül, és a digitális információ nem olvasható, a mozi vetítőberendezése automatikusan a Dolby Surround hangzásra kapcsol át. Azért nevezik AC-3-nak is (Audio Coding 3), mert ez az alkalmazott adat-tömörítési eljárás angol nevének rövidítése. A hármas név azért áll az AC mögött, mert ez már a harmadik ilyen tömörítési eljárás, az első kettőt kimondottan digitális műholdas műsorszórás céljára fejlesztették ki.

A Dolby Digital gyakorlatilag hangszabvánnyá lépett elő a DVD-ken. Ugyanakkor nem szabad feltételeznünk, hogy a „Dolby Digital” felirat garantálja az 5.1 csatornás hangzást. A Dolby Digital hangsáv lehet monó, kettős monó, sztereó, Dolby Surround sztereó is. A Casablanca, a Cowboyok, és sok felújított régebbi film csak monó, mégis Dolby Digital tömörítéssel készítették el a hangot, és csak egy csatornát tartalmaznak. Teljesen normális hát, ha a DVD lejátszó azt jelzi, hogy egy Dolby Digital hangsávot játszik le, miközben az erősítőnk Dolby Surround hangot jelez: ez azt jelenti, hogy a lemez kétcsatornás Dolby Surround kódolású jelet tartalmaz, amelyet Dolby Digital formátumban tömörítettek. Néhány DVD csomagolásán kis betűk vagy ikonok jelzik a Dolby Digital logó alatt a csatornakioldást.

Előfordulhat, hogy két azonos nyelvű Dolby Digital hangsáv található a DVD-ken: egy 5.1 csatornás és egy Dolby Surround (kétcsatornás sztereó). Ez azt a célt szolgálja, hogy mind a hagyományos kétcsatornás, mind a Pro Logic, Mind a Dolby Digital dekódolókkal való kompatibilitást biztosítsák.

## MPEG audio

Az MPEG audio többcsatornás digitális hangtömörítési formátum. A DVD indulásánál egyes cégek nyomására úgy tűnt, hogy az európai lemezek az MPEG audio lesz a hangnorma. Félő volt, hogy ezzel hasonló kompatibilitási gondok fognak felmerülni, mint az NTSC és a PAL televíziós szab-

ványok esetén. Szerencsére az első néhány megjelent MPEG szabványú lemez után a forgalmazók lettek erről, és Európában is a Dolby Digital kódolás terjedt el.

Az MPEG audio veszteséges tömörítést alkalmaz az eredeti PCM hangra 32-48 kHz-es mintavételezéssel, 16 vagy 20 bites felbontással. Az MPEG-1 és az MPEG-2 formátumot is támogatja. A változó bitráta 32 kilobit/másodperc és 912 kilobit/másodperc között lehet, az átlagos ráta 384 kilobit/másodperc. Az MPEG-1-et 384 kilobit/másodpercre korlátozták.

Az MPEG-2 térhatású csatornáit a sztereó MPEG-1 csatornák mellé helyezik egy kiegészítő folyamba, így az MPEG-2 hang visszafelé kompatibilis az MPEG-1 hardverekkel (az MPEG-1 rendszer csak a két sztereó csatornát képes tárolni és feldolgozni).

## DTS

A DTS (Digital Theater Systems) Digital Surround többcsatornás (5.1) digitális térhatású hangtömörítési formátum. Bemutkozása Steven Spielberg nevéhez fűződik, az első film ugyanis, amelyben alkalmazták, a Jurassic Park volt 1993-ban.

A DTS veszteséges tömörítést alkalmaz az eredeti PCM hangra legfeljebb 48 kHz-es mintavételezéssel, 24 bites felbontással. Az adatátviteli sebesség 64 kilobit/másodperc és 1536 kilobit/másodperc között változhat, tipikusan 754,5 vagy 1509,25 5.1 csatornánál, és 377 vagy 754 két csatornánál. Mozikban alkalmazott változata nem a filmen magán helyezkedik el, hanem egy külön szállított CD lemezen, vagy újabban merevlemezeken tárolódik. Így nem fordulhat elő az, mint a Dolby Digital esetén, hogy az optikai információ kiesése esetén a rendszer az analóg hangra kapcsol át. A DTS hasonló a Dolby Digital-hoz, de kisebb tömörítési mértéke miatt jobb hangminőségű felvételek készítését teszi lehetővé. Tény, hogy az adatátviteli sebesség a tipikusan alkalmazott 768 kilobit/másodperc adatrátánál, „csak” 60 százalékkal magasabb mint a Dolby Digital, de megfelelő rendszeren és műsorforrásnál a különbség jól érzékelhető.

Az összehasonlítást az is megnehezíti, hogy DTS rendszerben a mélysugárzó szintje a legtöbb felvételen 10 dB-lel alacsonyabb, így a korrekt összehasonlításhoz a DTS felvételeknél a szubbasszus szintjét meg kell növelnünk. Fejlettebb beállítási lehetőségekkel rendelkező erősítők és dekódolók külön kalibrációs lehetőséget biztosítanak a mélytartományra a DTS és a Dolby Digital hangra.

A DTS eredetileg minden kódolást házon belül végzett, ez viszont azt eredményezte, hogy a Dolby Digital eljáráshoz képest kevés filmet láttak el DTS hangsávval. 1999. októbertől a stúdiók megvásárolhatták a DTS kódolókat, így a formátum népszerűsége ha lassan is, de nő. A DTS sávot tartalmazó DVD-k általában kimondottan az igényesebb filmhangkeverésekhez, koncert DVD-khez készülnek.

A DTS nem kötelezően használandó formátum – opcionális –, ennek következtében jóval kevesebb DVD-n találjuk meg, mint a Dolby Digital hangot. Bár a DVD specifikáció már 1996-ban – véglegesítés előtt – tartalmazta a DTS használatának lehetőségét, de mivel a DTS saját kezében tartotta a kódoló eszközöket, az 1998. közepe előtt készült lejátszóba nem került beépítésre a dekódoló. A DTS kompatibilis lejátszók 1998. közepén debütáltak az Egyesült Államokban, és egy évvel később Európában, de DTS hangsávot tartalmazó DVD-k, 1999. január 7-ig nem jelentek meg (ezeket eredetileg 1997 karácsonyára tervezték). A DTS kompatibilis lejátszók a hivatalt „DTS Digital Out” (DTS digitális kimenet) logóval készülnek.

A DTS sávot tartalmazó DVD-kre Dolby Digital hangsáv is kerül. Vagyis a DTS lemezek minden DVD lejátszóban működnek, de DTS kompatibilis lejátszóra és egy DTS dekódolóra van szükség a DTS hangsáv lejátszásához. A DTS hang CD-k minden DVD lejátszóval működnek, mert a DTS adatokat a szabványos PCM sávokba kódolják, és ezt módosíthatatlan továbbítja a készülék a digitális hangkimenetre. A DTS lemezek gyakran Dolby Digital 2.0 sávot is tartalmaznak Dolby Surround formátumban a teljes Dolby Digital 5.1 sáv helyett.

## Dolby Pro Logic II

A Pro Logic II a korábbi Pro Logic dekódoló rendszer továbbfejlesztett, második generációja. Csak digitális hangprocesszorként működik, alkalmazásához az analóg jelet mindenképpen digitalizálni kell. Bár magát a kódolási eljárást már a 90-es évek végén bejelentette a Dolby Laboratories, az első erősítők, amelyekbe beépítésre került, csak 2001-ben jelentek meg,

de ezután egy évvel szinte már minden szórakoztató elektronikai berendezésben megtalálható volt.

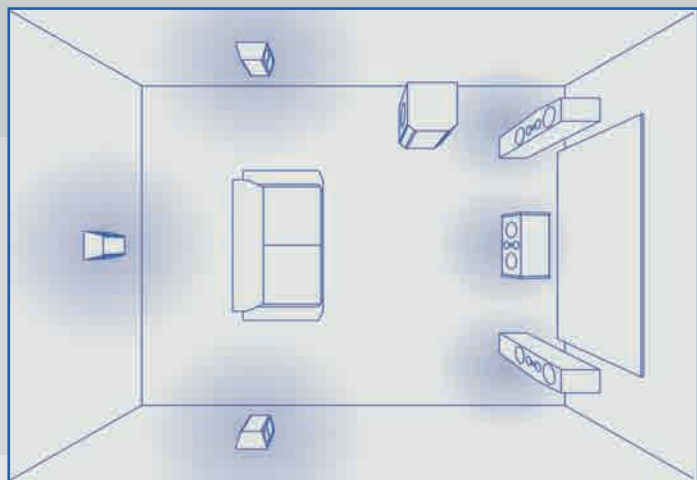
A Pro Logic II képes bármilyen Dolby Surround kódolású, vagy akár egyszerű kétszernős zenei hanganyagból 5.1 csatornás 20 Hz-20 kHz frekvenciatarományt biztosító térhatású hangot előállítani. A Dolby az új rendszert azért fejlesztette ki több évvel a Dolby Digital elterjedése után, mert a kétszernős felvételek vagy analóg Dolby Surround kódolású filmek teljes értékű dekódolása korábban nem volt megoldott. A földi vagy műholdas sztereó adások, a különböző játékkonzolok – PlayStation, X-Box –, sztereó videomagnók, rádióadások, DVD filmek magyar szinkronjai stb. mind ilyen jelet biztosítanak.

A fejlesztés két lényeges ponton következett be: a Pro Logic II rendszer háttérsugárzói már eltérő műsorjelet sugároznak, és frekvenciamenetük megegyezik a frontsugárzókéval – 20 Hz – 20 kHz -, míg a korábbi rendszer háttérsugárzói 100 Hz – 7 kHz tartományban, csak egy csatorna jelet sugároztak.

## Dolby Digital EX

A Dolby Laboratórium a kilencvenes évek végén újabb fejlesztéssel jelentkezett: az addigi 5.1 csatornás Dolby Digital hangrendszernek létrehozták egy 6.1 csatornás változatát Dolby Digital EX néven. A rendszer a moziban – talán nem meglepő, hogy egy új térhatású hangszabvány megjelenésénél ismét jelen van George Lucas – a Star Wars 1. Baljós árnyak bemutatójával debütált.

Az új 6.1 csatornás hangrendszer kifejlesztését a moziban – ahol több háttérsugárzót használnak egy háttérszóra visszaadására – az indokolta, hogy a két csatornában megszólaló sztereó háttérsugárzóknál hasonló problémák léptek fel, mintha a frontoldalon nem használnának centercsatornát. Amikor például egy helikopter repül körbe a „hangtérben” a nem pontosan középen ülő hallgatók számára van egy pillanat, amikor nem hallják a rotor hangját, vagy az a fejükben szól meg. Az új Dolby Digital Surround EX formátum, egy középső hátsó csatornával egészíti ki a hangteret, és így lényegesen egységesebbé teszi. Az otthoni rendszerekben – ahol a mozikkal szemben mindössze egy-egy háttérsugárzó található csatornánként – az újabb csatorna bevezetése még inkább érezteti hatását.



A Dolby Digital EX rendszerben a 6. csatorna tárolására nem önálló (diszkrét) jelet használnak, hanem a Dolby Surround centercsatornájához alkalmazott mátrix eljárásához hasonlóan az eredeti két háttérszóra kódolják azt. Így az elkészült felvétel tulajdonképpen csak 5.1 diszkrét csatornát tartalmaz. Éppen ezért az EX normával készült felvételek visszafelé kompatibilisek a hagyományos Dolby Digital dekódolókkal. A helyzet fordítva is igaz: a Dolby Digital EX dekódoló képesek 6.1 hangzást előállítani a nem EX kódolású 5.1 Dolby Digital felvételekből is.

A hatodik csatorna elnevezése nem egységes. Az angolban az eredeti háttérsugárzókra a surround speaker – szó szerinti fordításában: körülölelő, bekerítő hangszugárzó – kifejezést használják, és a hátsó háttérsugárzó kapta meg a rear surround speaker – szó szerinti fordításban: hátsó körülölelő sugárzó – elnevezést. Ugyanakkor használják a center surround speaker – középső háttérsugárzó elnevezést is.

## DTS ES

A DTS ES az eredetileg 5.1 csatornás DTS hangrendszer 6.1 csatornás továbbfejlesztése. Kétféle változata is létezik:

1) DTS ES Matrix: a Dolby Digital EX-hez hasonló mátrix kódolású hátsó háttér csatorna

2) DTS ES Discrete: diszkrét 6.1 csatorna, minden hangszugárzó jelet külön tárolja.

A DTS ES jól működik a korábban forgalomba hozott DTS dekódolókkal és DVD lejátszókkal. A DTS ES hat csatornájának teljes kihasználásához azonban új dekódolóra van szükség, amely „kibontja” a hátsó háttérszort.

## Dolby Pro Logic IIx

A Pro Logic IIx a Pro Logic II továbbfejlesztett 6.1 illetve 7.1 hangcsatorna létrehozására alkalmas változata. Szemben a Pro Logic II-vel, nem csak Dolby Surround kódolású hanganyagokat fogad, hanem Dolby Digital 5.1/DTS formátumokkal és a többcsatornás forrásokkal, például SACD-vel vagy DVD-Audio-val is eredményesen használható. A Pro Logic IIx kimondottan a magasabb kategóriás 6.1 vagy 7.1 csatornás berendezésekhez készült. A Dolby reményei szerint a kétszernős és 5.1-es forrásokból generált 6.1-es vagy 7.1-es rendszerek univerzális szabványává válhat. Az utóbbi időben más gyártók is jelentkeztek hasonló dekódolókkal, mint például a Logic 7 a Lexicon-tól, az Extra Surround a Cirrus-tól vagy a Neo:6 a DTS-től.

A Pro Logic IIx-nél a hátsó surround csatornák – a Pro Logic II és a Dolby Digital 5.1-hez hasonlóan – a teljes 20 Hz–20 kHz tartományt biztosítják. Itt is a Pro Logic II mélykalibrációs rendszerét alkalmazzák, így szükség esetén a háttérsugárzók alacsonyabb frekvenciái is átirányíthatók a mélyszugárzóra.

Az új rendszer hangsúlyosabb térhatást, jobb mélységérzetet, a fejletlenebb irányhatást és a nagyobb kiterjedésű hallgatási területet biztosít. Az eredeti Pro Logic II Music és Movies (zenei és filmes) üzemmódjai a IIx-ben is megtalálhatók. A Pro Logic II-höz hasonlóan itt is lehetőség van a hangszínpad szélességének szabályozására, valamint a Panorama és a Dimension beállítások használatára. Egy további üzemmód áll rendelkezésre számítógépes játékokhoz.

## DVD-Audio

A DVD Forum néven ismert csoportosulás a DVD-Video '96-os megjelenése után, 1999 márciusában bocsátotta útjára a DVD-Audio szabvány 1.0-es verzióját. A DVD-A ugyanazt a PCM formátumot alkalmazza, mint amit a CD-k, a fejlesztések során azonban megnégyesítették a maximálisan alkalmazható mintavételi frekvenciát, és a dinamikataromány is jelentősen kiszélesedett. A kimondottan zenék tárolására kifejlesztett formátum a DVD-filmekhez alkalmazott hangformátumokat is támogatja, így sok lemezen a PCM hangsáv mellett megtalálható a Dolby Digital vagy DTS tömörítéssel rögzített változat is, hogy a hagyományos DVD-lejátszók is képesek legyenek megszólaltatni a hanganyagot – nyilván a PCM sávól elmaradó minőségben. A DVD-A a hangsávok mellett korlátozott mennyiségű képinformációt is tartalmazhat, azonban ez csak a dalszövegek vagy hangulatos képek – számonként legfeljebb 16 darab – megjelenítésére elegendő.



A DVD-A kétszernés felvételek esetén legfeljebb 192 kHz-es mintavételezés mellett 24 bites mintákat képes tárolni, így a felső határfrekvencia 96 kHz, a dinamikatartomány pedig 144 dB. Többcsatornás hangfelvétel esetén a maximális mintavételezési frekvencia 96 kHz. A mintavételezés és a minta méretét a lemezekon általában egy perjellel elválasztva jelölik (például 96/24). DVD-A maximális adatmennyiség esetén másodpercenként 9,6 megabit információt továbbít.

A DVD-A számos egyéb beállítási lehetőséget is kínál. Ezek egyike a különböző csatornák felbontásának magválaszthatósága – tehát például míg a frontcsatornákat 96/24-es jelekkel hajtjuk meg, a háttérre küldhetünk 48/16-os jeleket is. Ez különösen akkor lehet hasznos, ha a háttér csatornák nem tartalmaznak érdemi információt, hanem csak effektet. A DVD-A támogatja a sokcsatornás hanganyag átalakítását sztereóvá, amit az úgynevezett SMART (System Managed Audio Resource Technique) rendszer végez, amely minden csatornán tárolja a jelszint és panoráma beállításokat, az optimális sztereó hangkép érdekében. Ezen kívül lehetőség van a mősoridó megnövelésére is, mivel a szabvány tartalmaz egy MLP (Meridian Lossless Packaging) nevű veszteségmentes tömörítést is.

## Super Audio CD

Az SACD kimondottan magas minőségi színvonalú két és többcsatornás hangfelvételek tárolására kifejlesztett formátum, a Sony és a Philips együttműködésének gyümölcse, mint annak idején a CD is volt. Az SACD nem a '80-as évek óta használt sokbites impulzus kód modulált – PCM – formátumot alkalmazza, hanem egy egybites impulzus szélesség modulációs eljárást, az úgynevezett DSD (Direct Stream Digital) rendszert.

A DSD és a PCM rendszerben alkalmazott A/D átalakító tulajdonképpen ugyanaz. A különbség ott kezdődik, hogy míg a PCM jel esetén számos szűrőn kell áthaladnia a jelnek már rögzítés előtt – például a mintavételezési frekvencia felénél nagyobb komponenseket el kell távolítani -, a DSD mindenféle változtatás nélkül, az 1 bites digitális jelfolyamot rögzíti. A szűrők használata valójában jelentősen rontja a hangzást, mivel gyakorlatilag lehetetlen olyan szűrőt készíteni, amely – például a CD esetében - a 20 kHz-es frekvenciát még teljes mértékben átengedi, a 22 kHz-eset pedig egyáltalán nem. Így sérül a hangkép, ráadásul a magas-

frekvenciás komponensek fázisviszonyai is megváltoznak, ami további torzításokat eredményez – a DSD ezt a problémát hivatott kiküszöbölni. A mintavételezés ebben az esetben igen magas frekvencián történik, 2,82 MHz-en – 64-szerese a CD-nek, 16-szorosa a DVD-A-nak. Sokcsatornás felvételek esetén az átvitel magasabb, elérheti a 14,1 megabitet másodpercenként. A visszajátszásnál mindössze a meghertzes tartományt kell „leszűrni” a digitális jelekről, és visszakapjuk az eredeti analóg hullámformát, ismét mindössze egy, a hallható tartományon kívül dolgozó szűrő segítségével. Ez az eljárás 100 kHz feletti frekvenciahatárt és a hallható tartományban 120 dB jel-zaj viszonyt biztosít. A DSD-nek van még egy jelentős előnye: gyakorlatilag bármilyen PCM formátumba átalakítható, a megfelelő szűrők alkalmazása és kvantálás után.

Az SACD további nagy előnye, hogy kétrétegű változata „hibrid” lemez is lehet, tehát az egyik réteg egy hagyományos CD, a másik pedig a sokcsatornás, nagy felbontású változatot tartalmazza. Ennek köszönhetően ezek a hibrid lemezek lejátszhatók mind hagyományos CD, mind SACD-lejátszón. Így lehetővé válik például, hogy a lemezt akár hordozható CD-lejátszókon is meghallgassuk. Mivel a CD- és SACD-lejátszóban alkalmazott lézer hullámhossza különbözik, a CD-játszó nem érzékeli a nagyfelbontású SACD-réteget.

A másolásvédelem szempontjából is számos újítást vezettek be az SACD gyártásánál. Az adatok egy speciális titkosítás után kerülnek rögzítésre, amelyhez a kulcs egy része a lemez tartalmában van elrejtve, egy másik része pedig a bevezető szakasz egy részében rejtőzik – ezt szinte lehetetlen, de mindenképpen nagyon költséges írható lemezre másolni, ráadásul kereskedelmi forgalomban nem kapható írható lemez, sem megfelelő író.

## DTS 96/24

2002-ben a DTS bejelentett egy újabb formátumot, a DTS 96 kHz / 24 bites eljárást. Ez a formátum tehát a DVD-Audio által többcsatornás felvételekre használt maximális felbontást alkalmazza, de veszteséges tömörítéssel. A DTS 96/24 a mellett, hogy rendkívül jó minőségben teszi lehetővé a hang tárolását, teljes visszafelé való kompatibilitást biztosít a meglévő DTS dekódolókkal és lejátszókkal. Egyik legnagyobb előnye, hogy SPDIF digitális koaxiális vagy optikai kimeneten keresztül is továbbítható.



## Kódolás

Formátum	Tárolt csatornák száma	Kiolvasható csatornák típusa	Tipikus adatátviteli sebesség	Hol fordul elő
Dolby Stereo (Surround)	2 cs.	2 diszkrét csatorna (bal és jobb front), 2 kódolva (center és surround)	Analóg	Mozi-, tévé- és videofilmek
Dolby Digital 2.0	2 cs.	2 diszkrét csatorna	192 kbit/s	DVD-lemezek
Dolby Digital 5.1	5.1 cs.	6 diszkrét csatorna	384 kbit/s – 448 kbit/s	DVD-lemezek, Digitális műholdas programok, HDTV adások
Dolby Digital EX	5.1 cs.	6 diszkrét csatorna, 1 kódolva (háttér közép)	384 kbit/s – 448 kbit/s	DVD-lemezek
DTS 5.1	5.1 cs.	6 diszkrét csatorna	768 kbit/s – 1,5 Mbit/s	CD és DVD-lemezek
DTS 6.1 Matrix	5.1 cs.	6 diszkrét csatorna, 1 kódolva (háttér közép)	768 kbit/s – 1,5 Mbit/s	DVD-lemezek
DTS 6.1 Discrete	6.1 cs.	7 diszkrét csatorna	768 kbit/s – 1,5 Mbit/s	DVD-lemezek
DTS 96/24	5.1 cs.	6 diszkrét csatorna	4,6 Mbit/s	DVD-lemezek
DSD 5.1 (SACD)	5.1 cs.	6 diszkrét csatorna	14,1 Mbit/s	SACD-lemezek
PCM 5.1 (DVD-A)	5.1 cs.	6 diszkrét csatorna	9,6 Mbit/s	DVD-Audio-lemezek

## Dekódolás

Dekóder	Csatornák száma	Csatornák típusa	Támogatott formátumok
Dolby Pro Logic	4 cs.	2 diszkrét csatorna (20 Hz – 20 kHz), 2 mátrix segítségével létrehozott csatorna (center – 20 Hz – 20 kHz, háttér – 20 Hz – 7 kHz)	Dolby Stereo
Dolby Pro Logic II	5.1 cs.	2 diszkrét csatorna, 3 mátrix segítségével létrehozott csatorna (mind 20 Hz – 20 kHz), 1 mélycsatorna, a mélyfrekvenciák (120 Hz alatt) leválasztásával.	Dolby Stereo, vagy bármilyen sztereó kétcsatornás műsorforrás
Dolby Pro Logic IIx	7.1 cs.	A forrásanyagnak megfelelő csatornák, ezek kibővítése legfeljebb 7.1-re.	Bármilyen analóg vagy digitális, két vagy többcsatornás műsorforrás, beléértve a DVD-Audio-t és SACD-t is, ha digitális formában áll rendelkezésre
Dolby Digital	5.1 cs.	Legfeljebb 6 diszkrét csatorna (5 csatorna 20 Hz – 24 kHz, 1 csatorna 20 Hz – 120 Hz).	Dolby Digital
Dolby Digital EX	6.1 cs.	6 diszkrét csatorna (5 csatorna 20 Hz – 24 kHz, 1 csatorna 20 Hz – 120 Hz), 1 mátrix segítségével létrehozott csatorna (háttér közép).	Dolby Digital 5.1, Dolby Digital EX
DTS Digital Surround	5.1 cs.	6 diszkrét csatorna (5 csatorna 20 Hz – 24 kHz, 1 csatorna 20 Hz – 120 Hz)	DTS 5.1
DTS-ES	6.1 cs.	Legfeljebb 7 diszkrét csatorna, Matrix forrás esetén a háttér közép mátrix segítségével szintetizált.	DTS 5.1, DTS 6.1 Matrix, DTS 6.1 Discrete
DTS Neo:6	5.1 cs.	Legfeljebb 6 csatorna szintetizálása sztereó forrásból. A DTS-ES-sel együtt alkalmazzák.	Bármilyen két- vagy többcsatornás hanganyag
DTS 96/24	5.1 cs.	6 diszkrét csatorna (5 csatorna 20 Hz – 48 kHz, 1 csatorna 20 Hz – 120 Hz)	DTS 5.1, DTS 96/24
SACD	5.1 cs.	6 diszkrét csatorna (5 csatorna 0 Hz – 100 kHz, 1 csatorna 0 Hz – 120 Hz), csak zenét tartalmazhat a lemez.	DSD 5.1
DVD-A	5.1 cs.	6 diszkrét csatorna (5 csatorna 20 Hz – 48 kHz, 1 csatorna 20 Hz – 120 Hz), csak korlátozott mennyiségű videót tartalmazhat a lemez.	PCM 5.1