WIELOKANAŁOWE SYSTEMY KODOWANIA I REPRODUKCJI DŹWIĘKU

1

Początki dźwięku wielokanałowego

- Fantasound (1940)
  - *pokazy filmu „Fantasia" Walta Disneya*
  - *dodatkowa taśma filmowa (35mm) z dźwiękiem (zapis optyczny): L, C, P oraz ścieżką służącą do sterowania głośnością*
  - *sterowanie włączaniem grup głośników umieszczonych w głębi widowni*
    - sygnał L lub P
    - zamiast lub oprócz ekranowych
    - mechaniczne nacięcia brzegów taśmy

A new era in talking motion pictures is being introduced by the $2,200,000 production "Fantasia." This fantastic color picturization of musical masterpieces heard in new interpretations of tone and volume includes a $200,000 sound-recording set-up and a $20,000 theatre 3-dimension sound system. Amplifiers, loudspeakers, photocells, an interphone, and a disc recording system, are used as here described.

1 2 3 4

Photos (left)—Walt Disney Productions

World-famous little Mickey Mouse, in a particularly beguiling pose in a scene from "The Sorcerer's Apprentice", one of the sequences in "Fantasia" as shown at left. Note that this PICTURE-FILM carries no sound track; instead, a second or PHONO-FILM (shown at right) carries the sound tracks for the accompanying photographic and the series of auxiliary loudspeakers (shown in one of the theatre sound installation). Channel No. 4, extreme right, shows only slight variations, but these are sufficient to control the dynamic range of the reproduced sound. (The phono-film shown here was clipped for Radio-Craft from Beethoven's "Pastoral" (6th) Symphony.)

"FANTASIA" INTRODUCES "FANTASOUND"

THE first public showing (November, 1940) of Walt Disney's "Fantasia," in the Broadway Theatre, New York City, unveiled an entirely new type of motion picture sound recording and reproduction, in Multiplane Technicolor, which projected a 3rd-dimension effect of sound and music.

DIRECTIONAL SOUND

were to be selected for the final picture.

For every group of loudspeakers used in the theatre, there had to be a separate source of sound synchronized with the picture. So when Mickey Mouse appears on the right, a control mechanism switches on the loudspeaker directly behind him and, veers the sound to another speaker when he moves.

Stokowski directed as he would ordinarily

AUTOMATIC VOLUME CONTROL

In addition to the 3 program sound-tracks, a 4th, known as the control, or "cue", track is used. This is merely a recording of 3 different single-frequency tones of varying intensities. When the film recordings

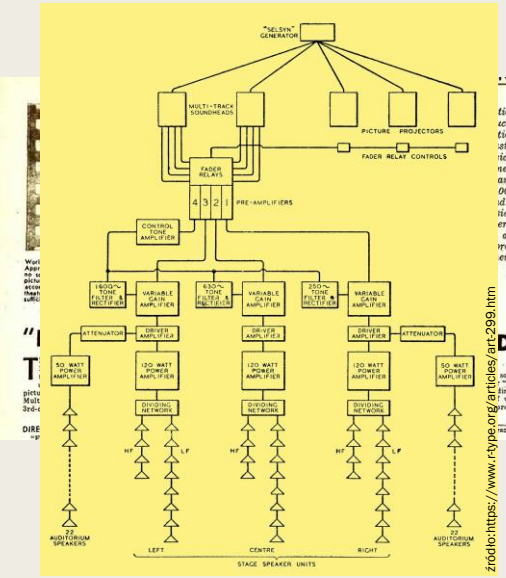
FADER RELAY CONTROLS

źródło: https://mickeyblog.com/2018/12/25/10-fun-facts-disneys-fantasia/

2

Początki dźwięku wielokanałowego

- Fantasound (1940)
  - *pokazy filmu „Fantasia" Walta Disneya*
  - *dodatkowa taśma filmowa (35mm) z dźwiękiem (zapis optyczny): L, C, P oraz ścieżką służącą do sterowania głośnością*
  - *sterowanie włączaniem grup głośników umieszczonych w głębi widowni*
    - sygnał L lub P
    - zamiast lub oprócz ekranowych
    - mechaniczne nacięcia brzegów taśmy

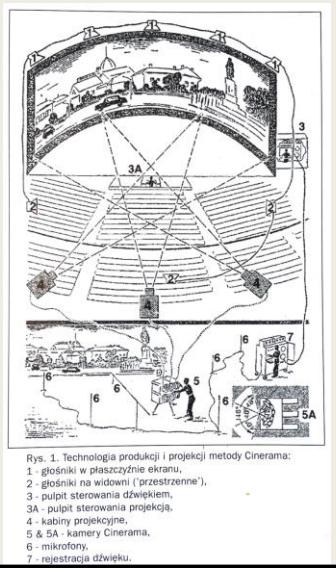


źródło:https://www.r-type.org/articles/art-299.htm

3

Początki dźwięku wielokanałowego

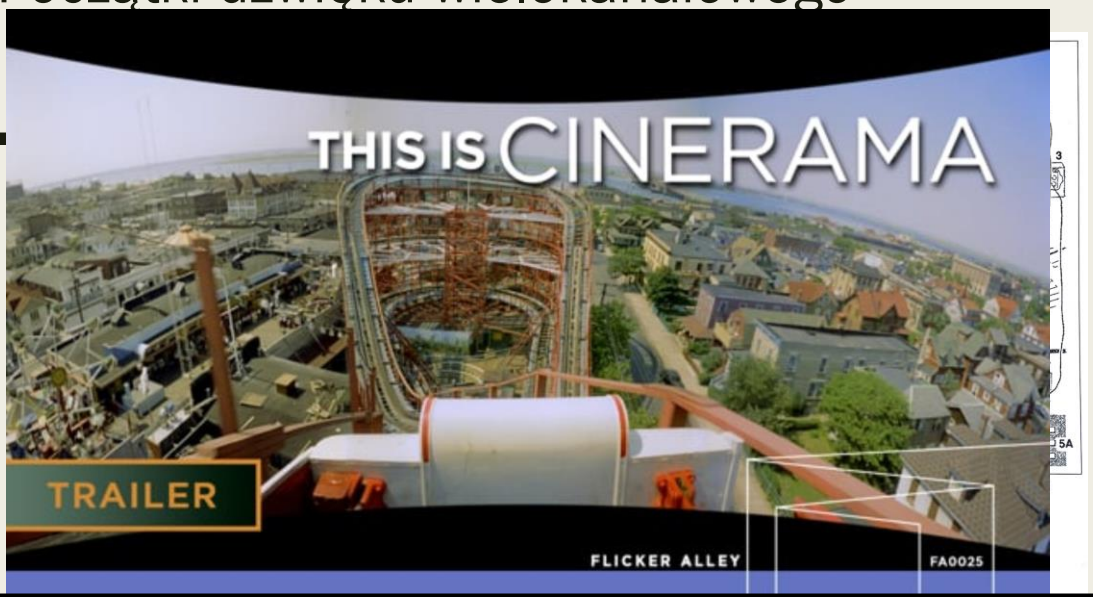
- Cinerama (1952)
  - *zapis na perforowanej taśmie magnetycznej siedmiu ścieżek*
  - *5 głośników przednich + 2 boczne (ew. 1 tylny)*
    - ręczne sterowanie przełączeniem dźwięku ze ścieżek 6. i 7.
  - *pierwsze rozwiązanie „fly-by" w historii kina*



Rys. 1. Technologia produkcji i projekcji metody Cinerama:
1 - głośniki w płaszczyźnie ekranu,
2 - głośniki na widowni ('przestrzenne'),
3 - pulpit sterowania dźwiękiem,
3A - pulpit sterowania projekcją,
4 - kabiny projekcyjne,
5 & 5A - kamery Cinerama,
6 - mikrofony,
7 - rejestracja dźwięku.

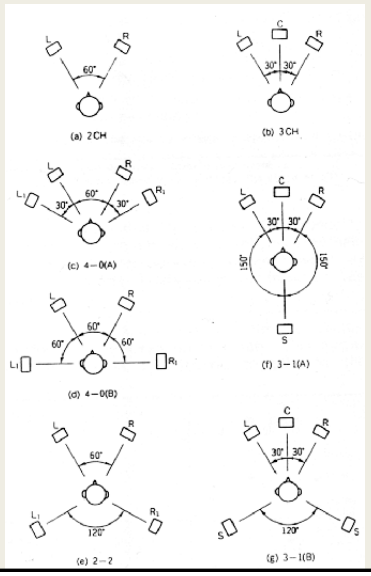
4

Początki dźwięku wielokanałowego

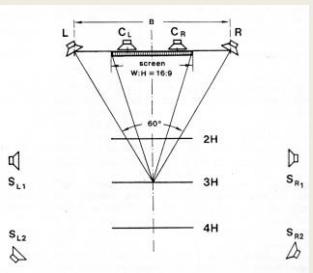


5

Ustawienia głośników

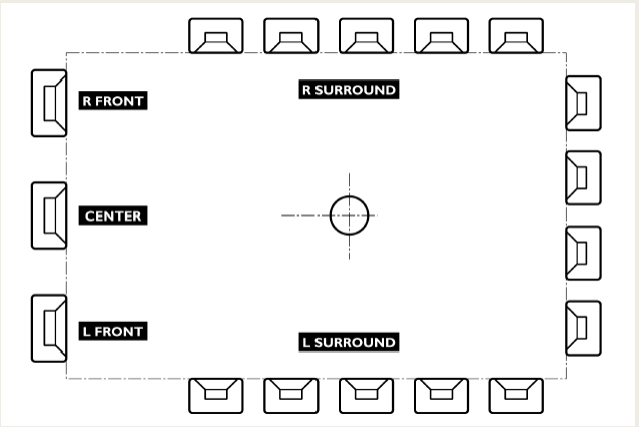


- przód –dwa do pięciu głośników
- tyły –jeden do czterech głośników



6

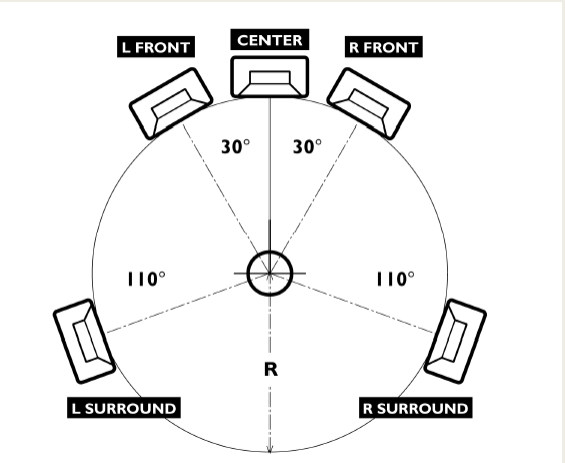
Ustawienie głośników



ustawienie „kinowe”

8

Ustawienie głośników



ITU-R BS 775

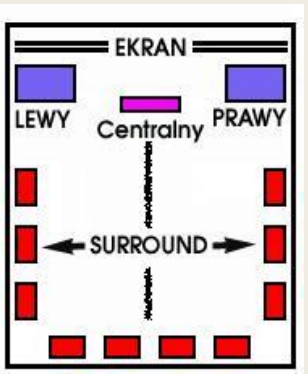
9

Standardy Dolby

10

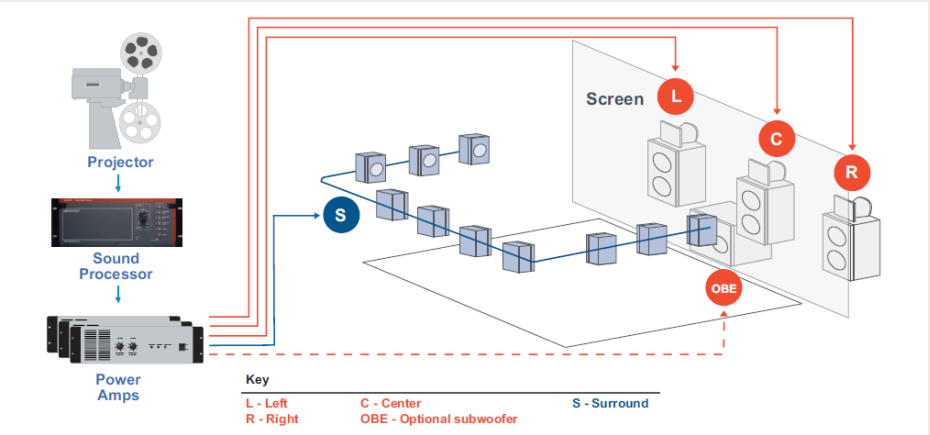
Dolby Stereo

- 1975 – pierwsza prezentacja filmu „Lisztomania” (tylko trzy kanały)
- 1976 –„A Star is Born” –dodanie kanału „*surround*”
- 1977 –„Star Wars”
- optyczny zapis dwóch ścieżek: Left Total i Right Total zawierających kodowane macierzowo składowe kanałów lewego, prawego, środkowego i *surround*
- S/N ok. 60dB



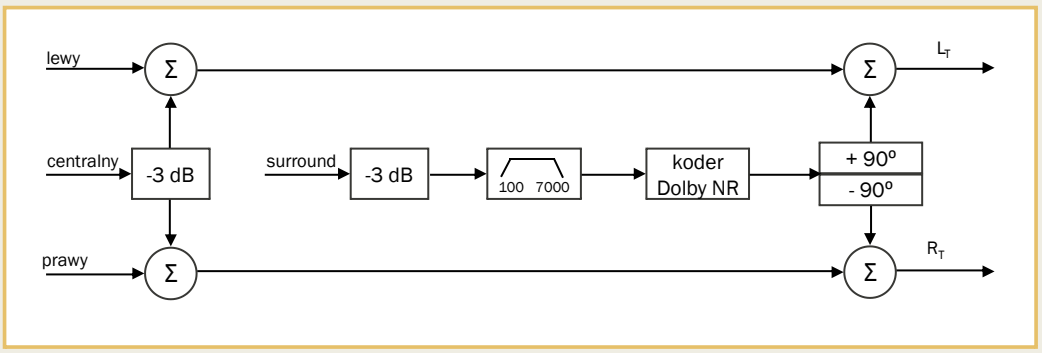
11

Dolby Stereo



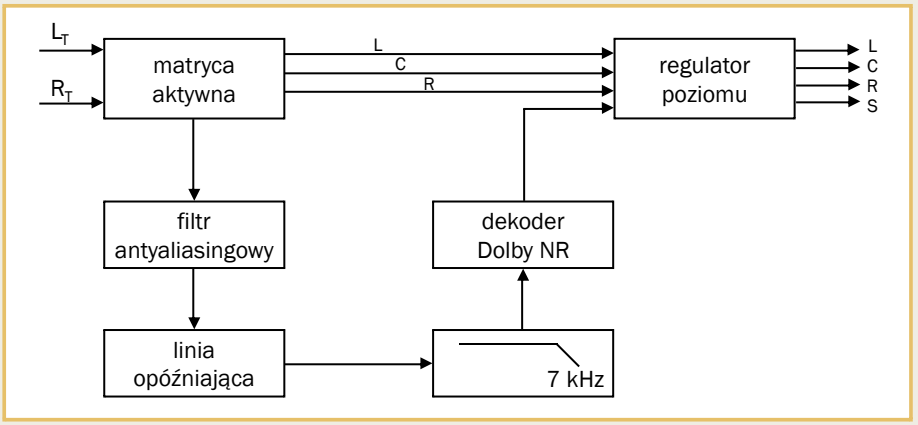
12

Dolby Stereo –zasady kodowania



14

Dolby Stereo – zasady dekodowania



- problem z przesłuchami między kanałami
  - *konieczność stosowania układu dominacji kierunku*
  - *opóźnienie sygnału kanału surround*

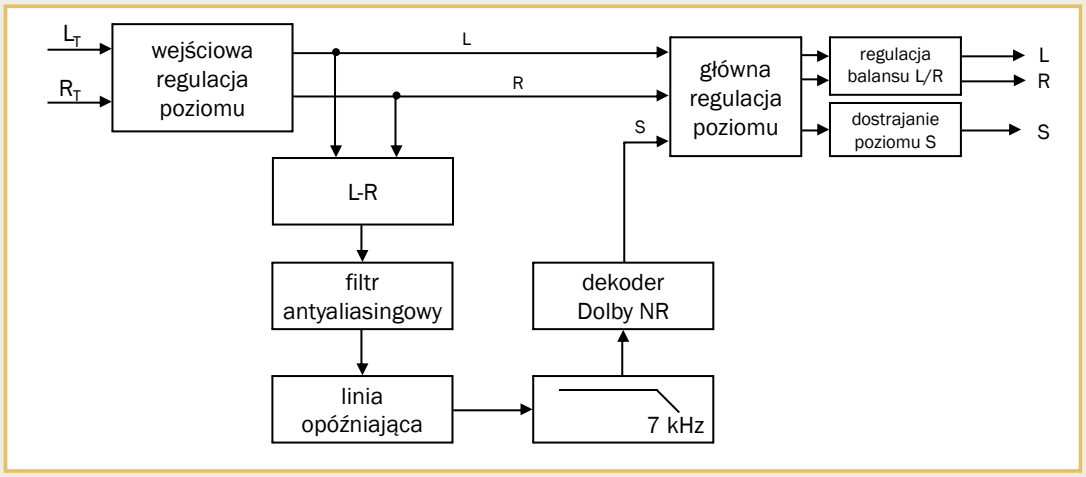
16

Dolby Surround

- system kina domowego - 1982
- umożliwia odtwarzanie ścieżek zapisanych w Dolby Stereo
- możliwe jest dekodowanie tylko trzech kanałów: lewego, prawego oraz surround
- kanał centralny jest symulowany przez kanały lewy i prawy

17

Dolby Surround



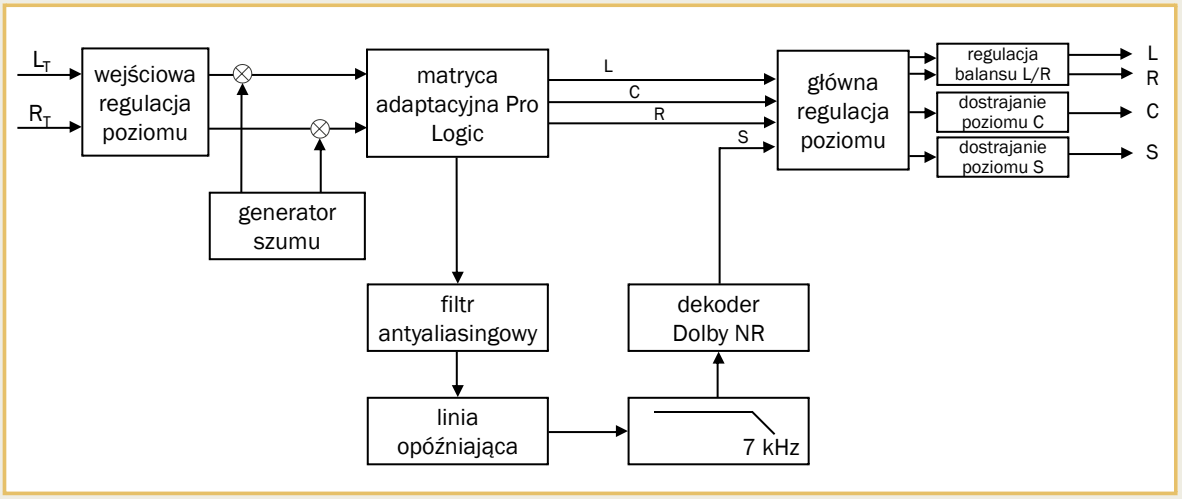
19

Dolby Surround Pro-Logic

- system kina domowego – 1987
- umożliwia odtwarzanie czterech kanałów
- zmniejszone przesłuchy między kanałami
- lepsze przenoszenia dialogów
- może tworzyć sygnał surround z każdego stereofonicznego nośnika
- opcjonalnie można wykorzystać subwoofer
- obecnie także w wersji DPL IIx z odtwarzaniem dźwięku w 5.1

20

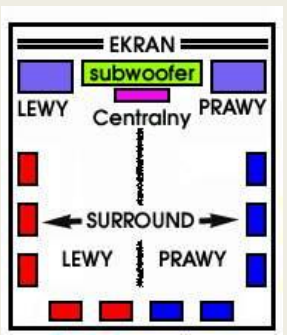
Dolby Surround Pro-Logic



22

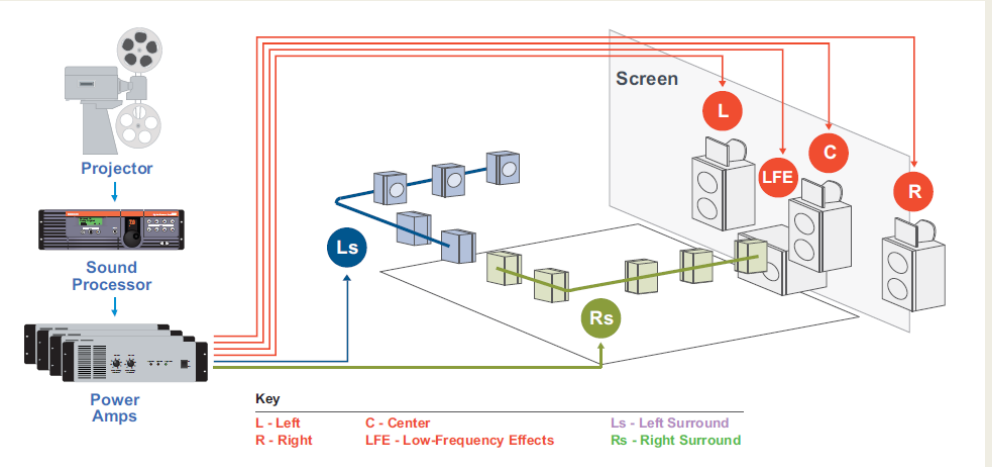
Dolby Digital

- format kinowy i domowy
- premiera – „Batman Returns” 1992
- sześć niezależnych kanałów dźwiękowych: lewy, centralny, prawy, tylny lewy, tylny prawy oraz kanał niskich częstotliwości – 5.1
- wszystkie kanały zapisywane oddzielnie



23

Dolby Digital



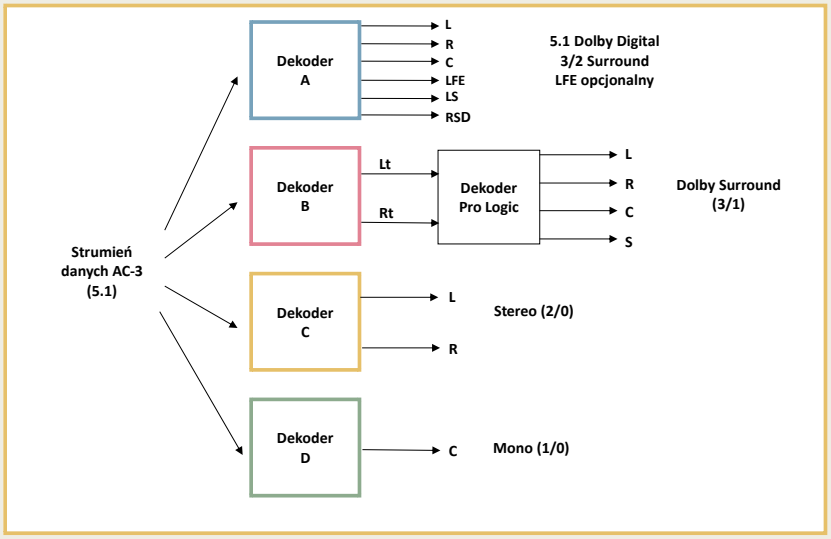
24

Dolby Digital -kodowanie

- kodowanie AC-3
  - *przepływności od 32kb/s do 640kb/s*
  - *współczynnik kompresji od 1:3 do 1:13*
  - *przesyłanie dodatkowych danych określających typ zapisanego materiału, liczbę kanałów, współczynniki miksowania, wskaźnik głośności itd.*

25

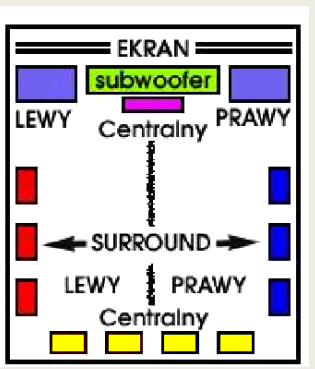
Dolby Digital -kompatybilność



26

Dolby Digital - Surround EX

- rozwinięcie DD – premiera –”Star Wars TPM” 1999
- dodatkowy kanał surround kodowany matrycowo
- rozwiązanie problemów z lokalizacją dźwięków
- powiększenie strefy najlepszego odsłuchu



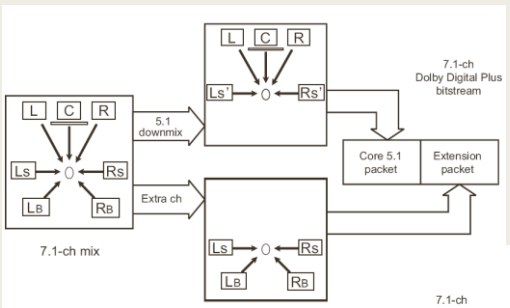
27

Dolby Digital Plus

- pojawił się w 2004 roku
- zmiana podejścia do kodowania i downmiksowania dodatkowych kanałów
- możliwość miksowania dodatkowych ścieżek dźwiękowych
- maksymalnie 13.1 kanałów
- maksymalna przepływność 6144kbit/s
- stosowany także w DVB-T (do 384kbit/s)
- na Blu-ray maks. przepł. 1,7 Mbit/s
  - *core packet 640 kbit/s*
  - *extension packet 1 Mbit/s*

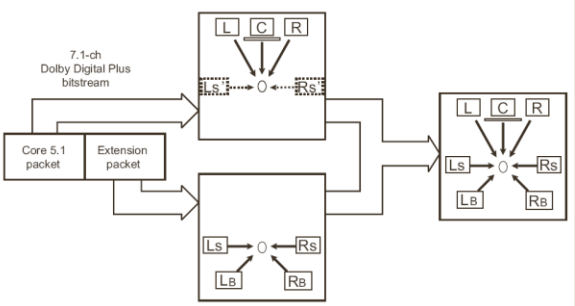
28

Dolby Digital Plus



⇐ kodowanie

dekodowanie ⇒



29

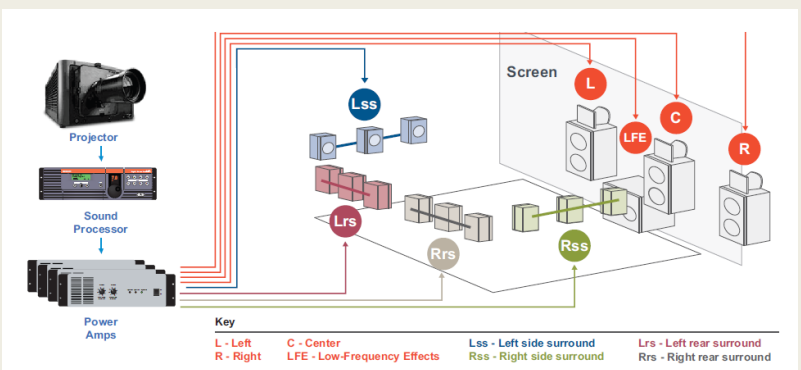
Dolby TrueHD

- pojawił się w 2004 roku
- rozwinięcie bezstratnej kompresji dźwięku MLP Lossless stosowanej na DVD-Audio
- maksymalna liczba kanałów: 14
- maksymalna przepływność: 18Mbit/s
- współczynnik kompresji: 2:1-4:1
- wykorzystanie metadanych, normalizacji dialogów, kompresji dynamiki

31

Dolby Surround 7.1

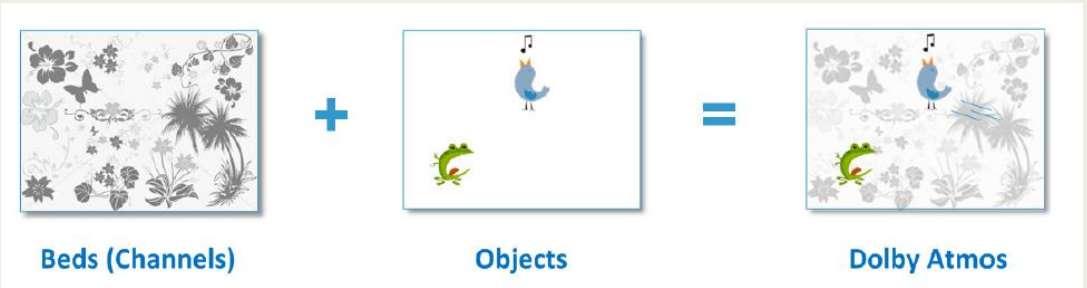
- pojawił się w roku 2010
- wykorzystuje sprzęt cyfrowy, nie ma taśmy filmowej



32

Dolby Atmos

- wprowadzony w roku 2012
- dodanie głośników umieszczonych nad głową widza
- bardziej precyzyjna kontrola nad pozycjonowaniem dźwięku
  - *użycie obiektów dźwiękowych*



33

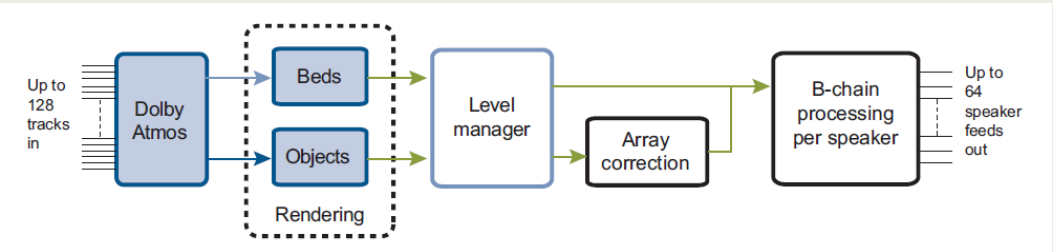
Podejście obiektowe: Dolby Atmos

- „Bed” (podkład kanałowy)
  - *stała warstwa kanałowa, zwykle 7.1 lub 7.1.2*
  - *zawiera elementy tła, muzykę, stałe efekty środowiskowe*
  - *miksowany „tradycyjnie”*
- „Object”
  - *pojedyncze źródło dźwięku (np. helikopter, pojedyncza kwestia dialogowa z ekranu, kroki)*
  - *nieprzypisane do konkretnego kanału, lecz opisane parametrami przestrzennymi*

34

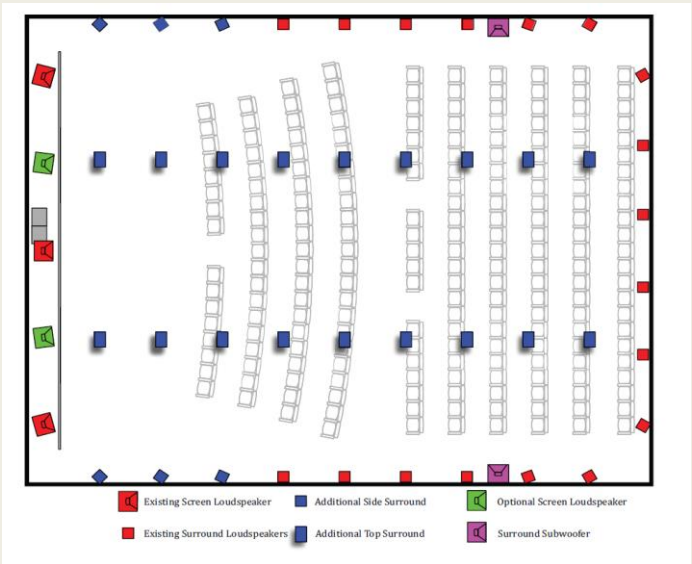
Dolby Atmos

- do 128 ścieżek na wejściu kodera
  - *do 118 obiektów dźwiękowych*
  - *podkład w formacie do 9.1 (7.1.2)*
- do 64 kanałów wyjściowych



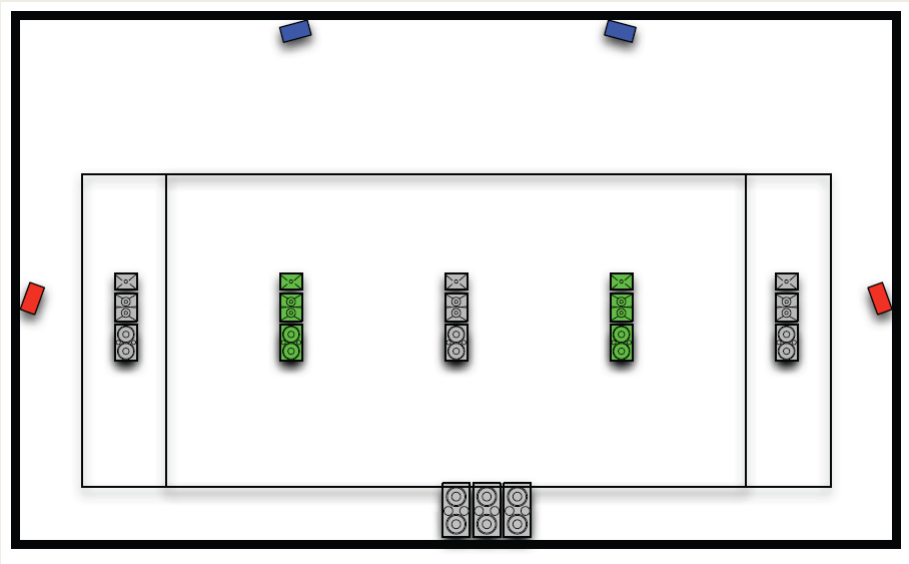
35

Dolby Atmos - kino



36

Dolby Atmos - kino



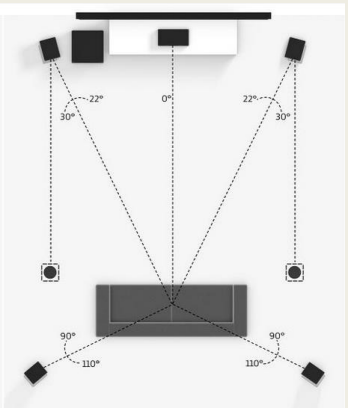
37

Dolby Atmos - kino domowe

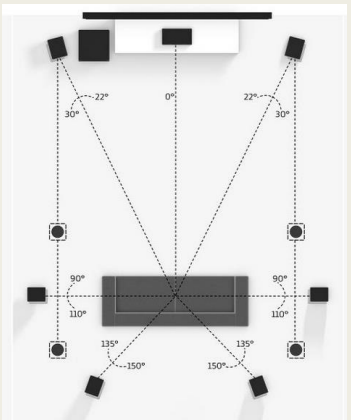
- opracowana została specjalna wersja standardu dla potrzeb kina domowego
  - *dodatkowy strumień danych możliwy do rozkodowania przez sprzęt kompatybilny z Dolby Atmos*
    - nie jest to kodowanie macierzowe
    - nie są wprost przesyłane obiekty
  - *obsługa maksymalnie 34 głośników: 24.1.10*
  - *przekazywany w*
    - Dolby TrueHD (Blu-ray, UHD Blu-ray)
    - Dolby Digital Plus (streaming)

38

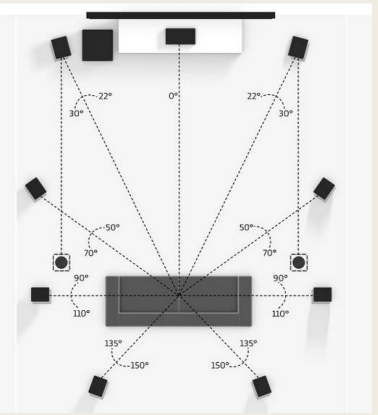
Dolby Atmos - kino domowe



5.1.2



7.1.4

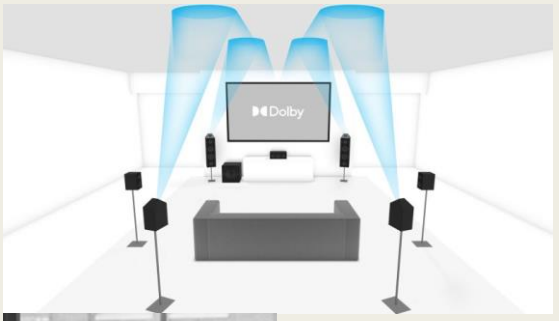


9.1.2

40

Dolby Atmos – upfiring speakers

- zastępują głośniki montowane pod sufitem
- wymagają precyzyjnego ustawienia
- wykorzystują HRTF-y (?) żeby ograniczyć uzyskać efekt dźwięku słyszanego z góry



Źródło: https://avgadgets.com/how-do-upfiring-atmos-speakers-work/

41

Standardy DTS

45

DTS – Digital Theater System

- system kinowy i domowy
- premiera –„Jurassic Park” 1993
- do ośmiu niezależnych kanałów
- algorytm przetwarzania sygnału–*”Coherent Acoustic Coding”*
  - *typowa przepływność –1536kb/s lub 768kb/s*
  - *współczynniki kompresji od 1:1 do 1:40*
  - *zdolność miksowania w dół*
  - *stała architektura dekodera*

46

DTS – rozszerzenia

- DTS Extended Surround
  - *rozszerzona wersja systemu DTS – dodany kanał centralny tylny*
  - *wersja DTS – ES Discrete ma kanał centralny tylny kodowany niezależnie*
- DTS 96/24 (96kHz, 24 bity)
- DTS Neo:6 – odpowiednik DD Pro Logic II

47

DTS-HD audio

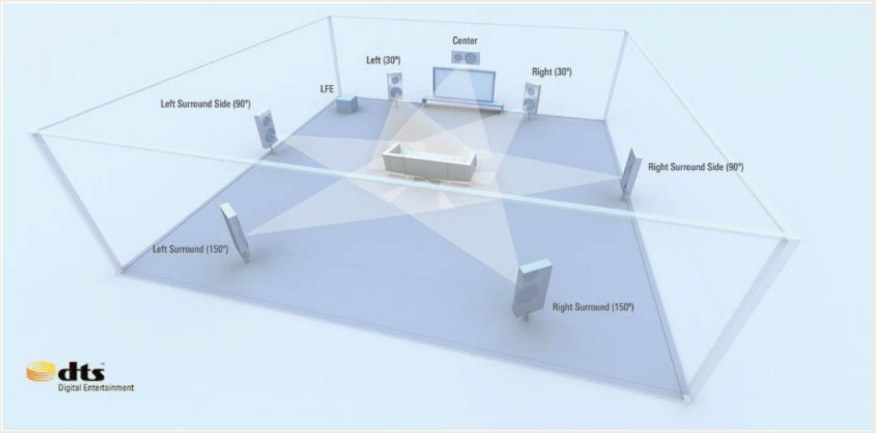
- podział na core i extensions
  - *dodatkowe kanały*
  - *kodowanie bezstratne*
  - *większa przepływność*
  - *dodatkowe ścieżki dźwiękowe*

Logo	Codec Type	Status	Max Channels	Outputs	Audio Max Bitrate
dts-HD Master Audio	Coherent Acoustics plus HD Bit-for-bit Extensions	Optional	8	8	24.5 Mbps
dts-HD High Resolution Audio	Coherent Acoustics plus HD Extensions	Optional	8	8	6.0 Mbps
dts Digital Surround | 96/24	Coherent Acoustics plus 96/24 Extensions	Optional	5.1	5.1	1.509 Mbps
dts Digital Surround | ES*	Coherent Acoustics plus ES Extensions	Optional	6.1	6.1	1.509 Mbps
dts Digital Surround	Coherent Acoustics	Optional	5.1	5.1	1.509 Mbps
dts Digital Surround	Coherent Acoustics	Mandatory	5.1	2 ch analog	1.509 Mbps

48

DTS-HD audio

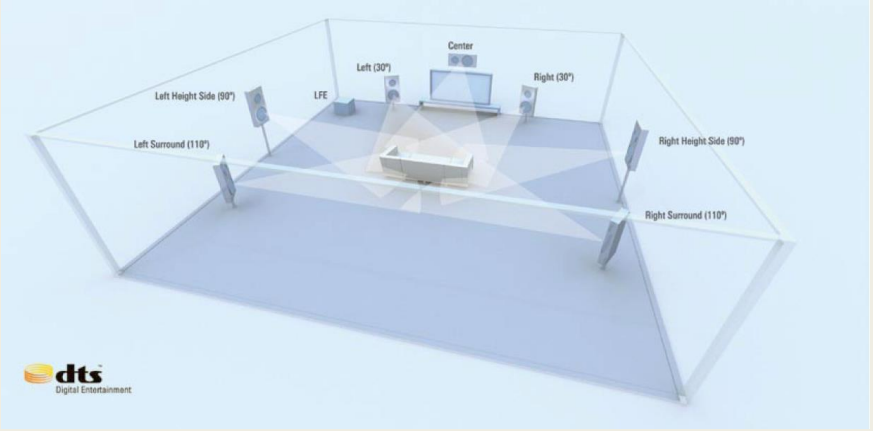
- obsługa różnych konfiguracji głośników



49

DTS-HD audio

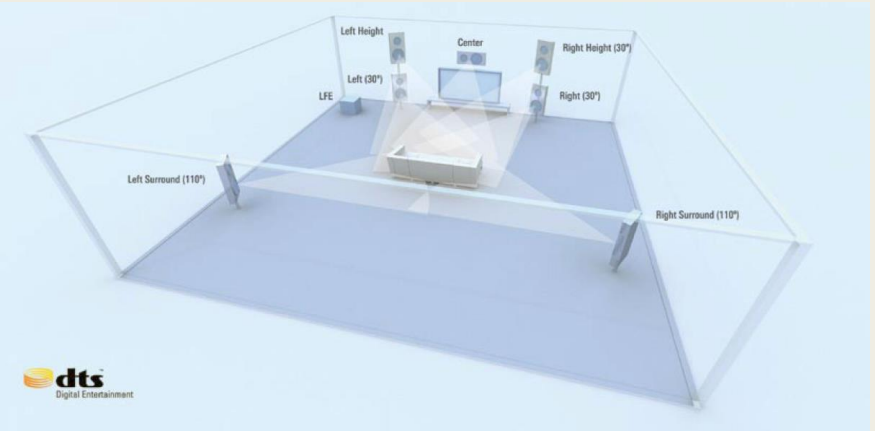
- obsługa różnych konfiguracji głośników



50

DTS-HD audio

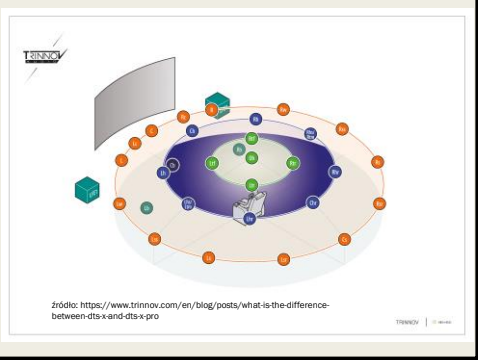
- obsługa różnych konfiguracji głośników



51

DTS: X (DTS: X PRO)

- odpowiedź DTS na Dolby Atmos (2015)
  - *kina + Blu-ray (+ streaming)*
- do 32 kanałów
  - *„bed channels" maks. 9 kanałów*
- kino domowe
  - *przesyłany w ramach DTS-HD Master Audio*
  - *w praktyce obsługuje 7.1.4*
  - *wersja „Pro" (2019) obsługuje maksymalnie układ 30.2*



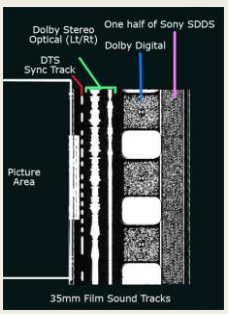
52

Pozostałe standardy

53

Sony Digital Dynamic System

- system kinowy
- osiem kanałów
- zapis na taśmie filmowej wzdłuż obu jej brzegów
- wykorzystanie kodowania ATRAC (MiniDisc)
- czytnik montowany na projektorze kinowym



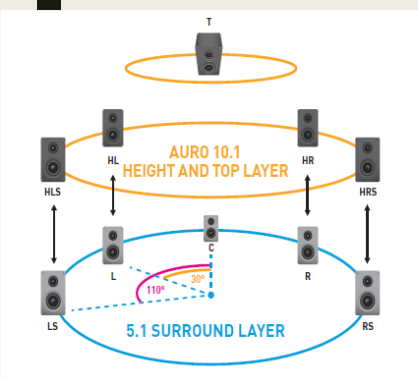
54

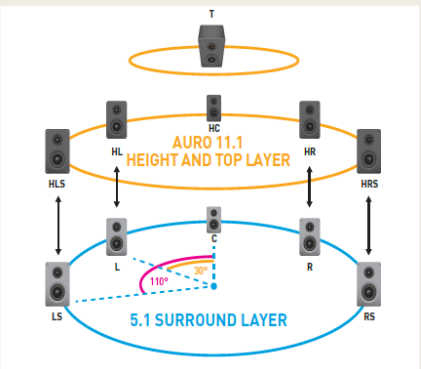
Auro 3D

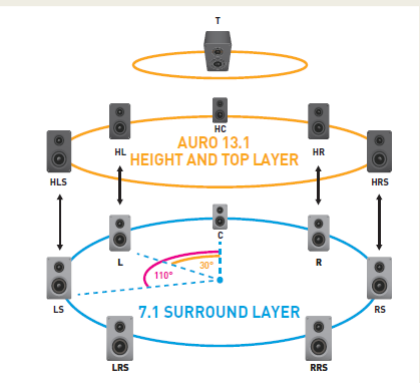
- zaprezentowane w 2006 roku -> Auro 9.1 i Auro 10.1
- przesyłanie kanałów i obiektów (tzw. AuroMax)
- premiera filmowa – 2012 – „Red Tails” (George Lucas) – 11.1
- uniwersalny – zastosowania w grach, płytach, streamingu, kinie, car audio
- także upmix ze stereo czy „zwykłego” surround
- dane przesyłane w strumieniu DTS HD Master Audio

55

Auro 3D



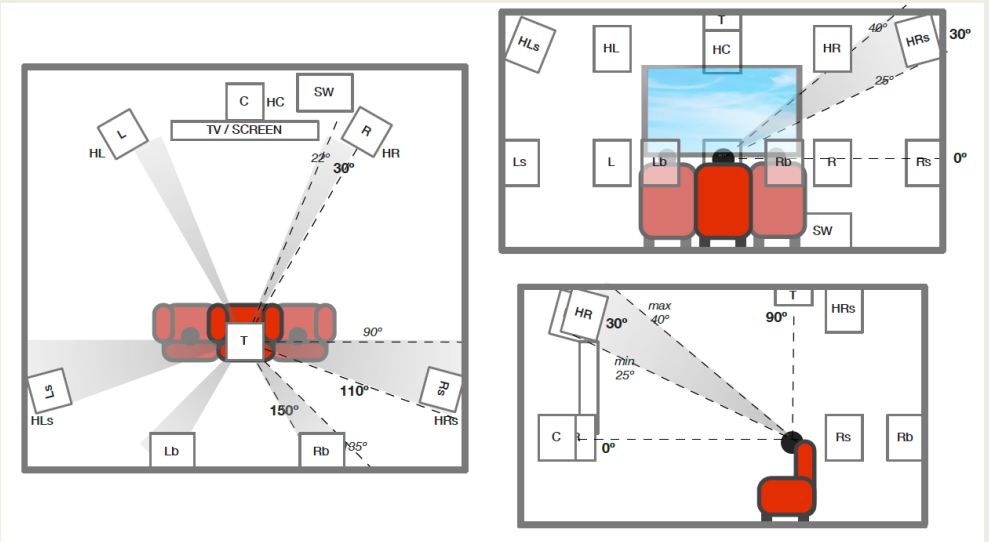




Źródło: AURO-3D® HOME THEATER SETUP, Installation Guidelines

56

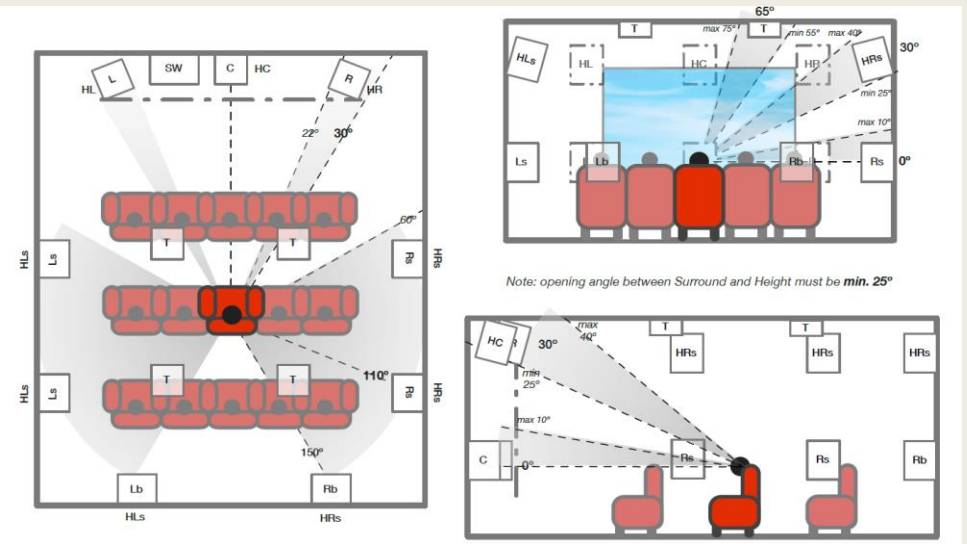
Auro 3D



Źródło: AURO-3D® HOME THEATER SETUP, Installation Guidelines

57

Auro 3D



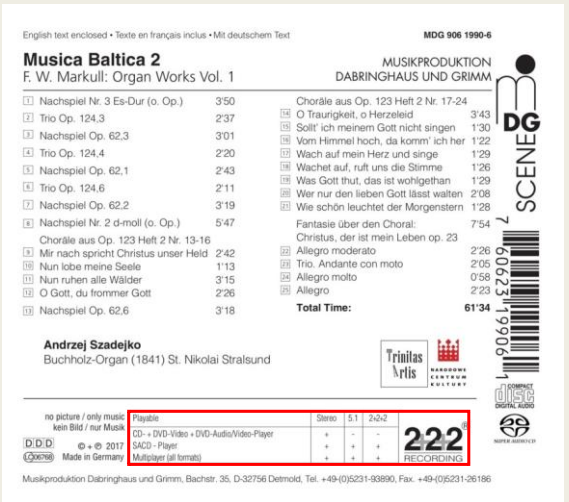
Źródło: AURO-3D® HOME THEATER SETUP, Installation Guidelines

58

Format 2+2+2

- L/P przednie dolne
- L/P przednie górne
- L/P tylne

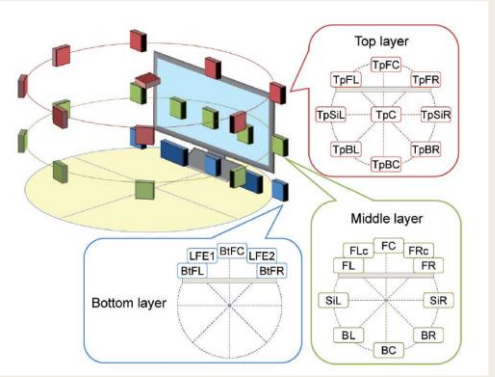
https://6moons.com/audioreviews/polkingfury/2.html



59

Dźwięk 22.2

- rozpoczęcie regularnych emisji w grudniu 2018 roku w Japonii - standard Super Hi-Vision
  - *8k (7680x4320)*
  - *60 kl./s*
  - *bez przeplotu*
  - *10 bit/piksel*
- zwiększenie wrażenia zanurzenia w scenie
- poszerzenie obszaru dobrego odsłuchu
- kompatybilność z istniejącymi systemami



T. Sugimoto, S. Aoki, T. Hasegawa and T. Komori, "Advancement of 22.2 Multichannel Sound Broadcasting Based on MPEG-H 3D Audio," in *IEEE Transactions on Broadcasting*, vol. 66, no. 2, pp. 365-371, June 2020, doi: 10.1109/TBC.2019.2954058.

60

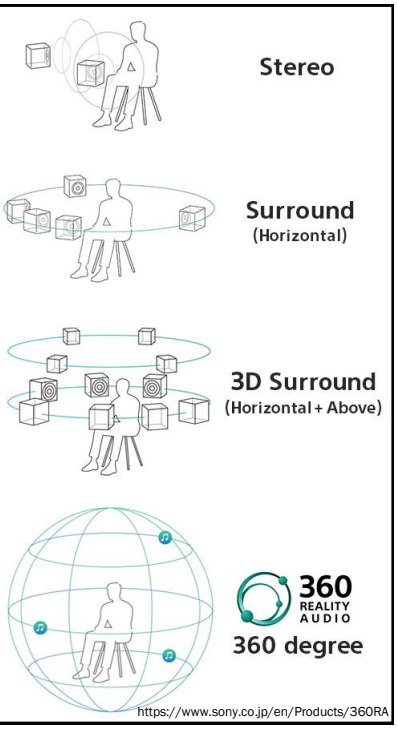
MPEG-H 3D Audio

- standard opublikowany w 2013 roku
- przesyłane są nie tylko kanały, ale również obiekty dźwiękowe
- możliwość przesyłania dźwięku w formatach ambisonicznych
- obsługa maksymalnie 128 kanałów (core channels) i 64 głośników

61

Sony 360 Reality Audio

- system muzycznego dźwięku przestrzennego
- wykorzystuje standard MPEG-H 3D Audio
- przeznaczony do użytku konsumenckiego
- każdy element miksu kodowany jako osobny obiekt w kuli 360 stopni (azymut, elewacja, odległość)
- obsługiwany przez Tidal, Deezer, Amazon Music
- do zastosowania także w grach
- odsłuch na słuchawkach lub dwóch głośnikach

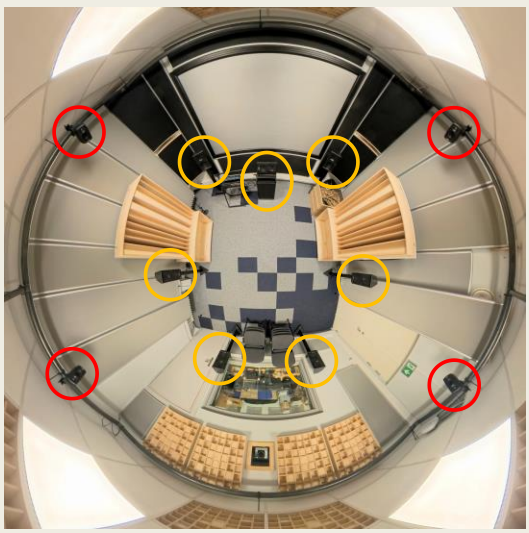


63

Ustawienia głośników

64

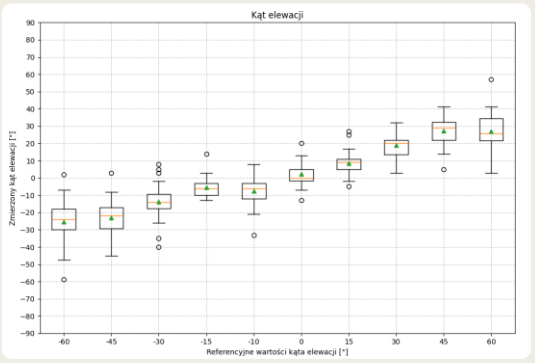
System w sali 728 - 7.1.4

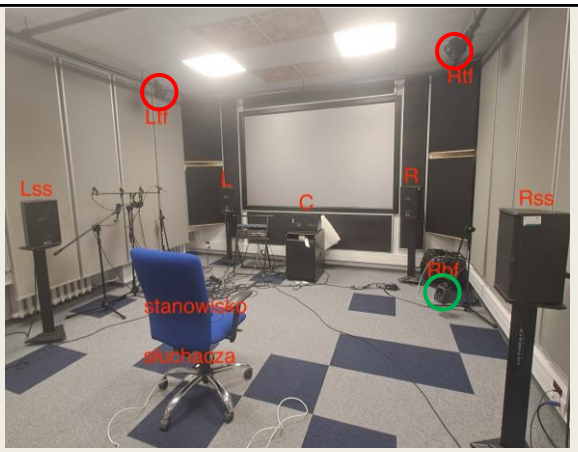


65

System 7.0.4.4

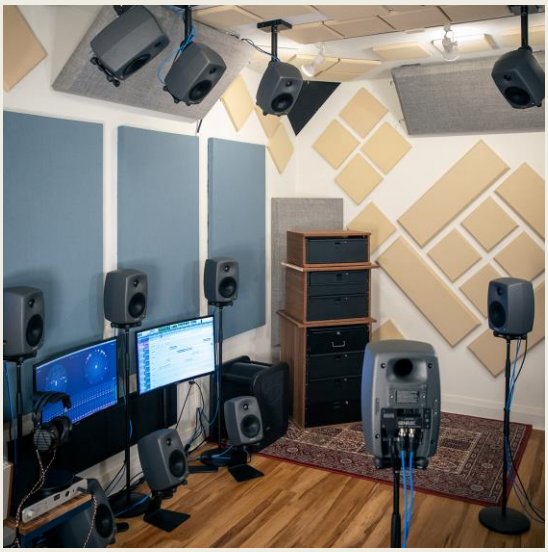
- praca magisterska: *System reprodukcji dźwięku o podwyższonym realizmie lokalizacji źródeł dźwięku*
  - *autor: Krzysztof Plaskaty*

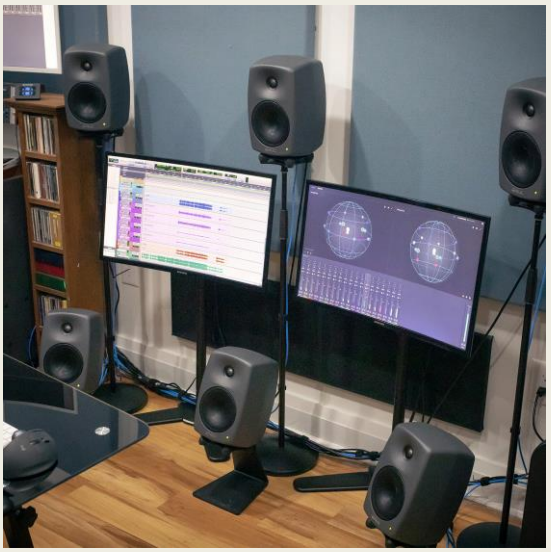




66

Ustawienie głośników

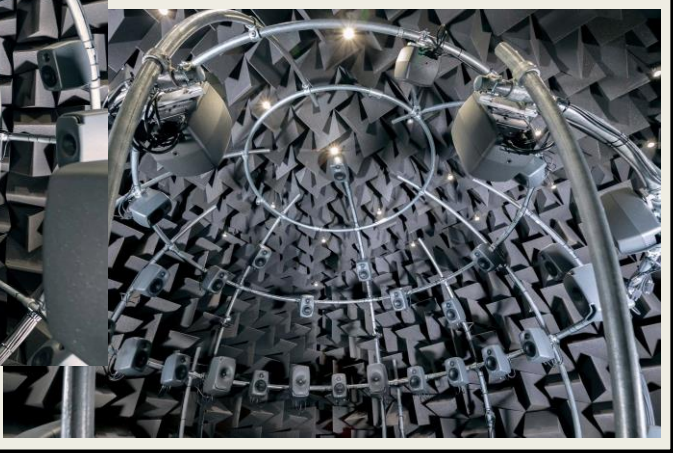




67

Ustawienie głośników

Laboratorium firmy Bang & Olufsen



68

Podsumowanie

- dźwięk ważnym elementem wpływającym na stopień immersji
- dalsze upowszechnianie systemów przestrzennych
  - *streaming*
  - *gry*
- zwiększanie liczby kanałów/głośników
  - *różnorodność ustawień*

71

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

72