

STANDARDY ZAPISU I TRANSMISJI DŹWIĘKU

DR INŻ. PIOTR ODYA

KATEDRA SYSTEMÓW MULTIMEDIALNYCH

1

Okablowanie

rodzaje mediów

- kable miedziane (typowe)
- światłowód
 - wzrost maksymalnej przepływności w stosunku do tradycyjnych kabli
 - dużo większa odporność na zakłócenia zewnętrzne w postaci pól elektromagnetycznych itd.
 - możliwość prawie bezstratnej transmisji na większe odległości niż w przypadku tradycyjnych kabli
- skrętka (Ethernet)

standardy transmisji

- transmisja analogowa
- transmisja cyfrowa

2

Połączenia symetryczne i niesymetryczne

zalety połączeń symetrycznych

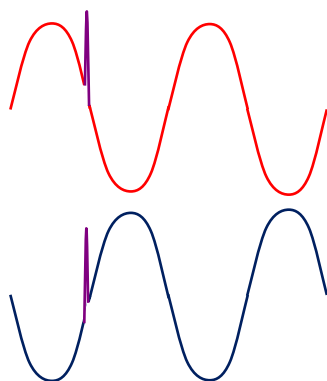
- dwukrotne zwiększenie amplitudy po dopasowaniu
- znoszenie się zakłóceń indukowanych w linii symetrycznej

problemy z liniami symetrycznymi

- połączenia z urządzeniami niesymetrycznymi
- różne metody uzyskiwania symetrii (wzmacniacz operacyjny, transformator)

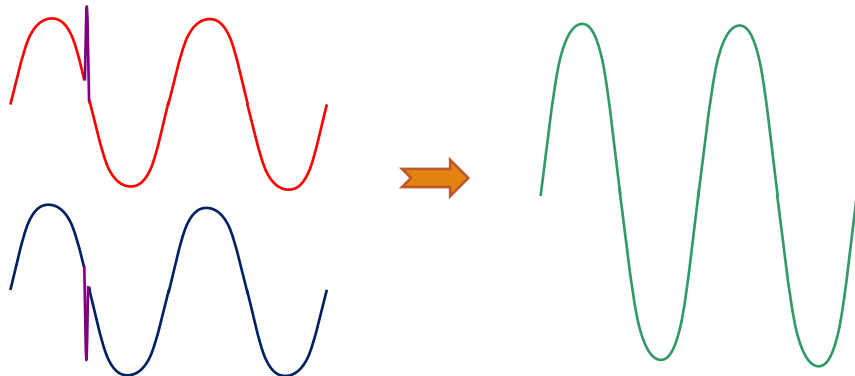
3

Połączenia symetryczne



4

Połączenia symetryczne

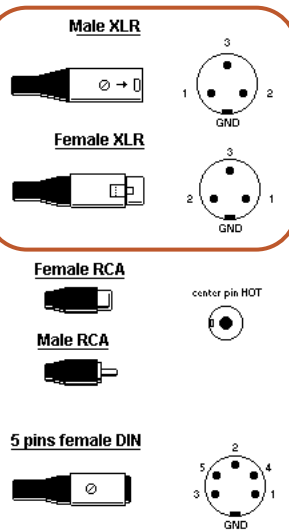


5

Typy złączy

XLR, canon

- połączenia w profesjonalnym sprzęcie audio: mikrofony, konsolety



Stereo 3,5 JACK



Mono 6.35 JACK



Straigh male BNC



6

Typy złącz

RCA, cinch

- do niedawna najpopularniejszy typ złącza amatorskiego
- wykorzystywany zarówno do połączeń fonicznych, także cyfrowych (np. SPDIF), jak i wizyjnych

Male XLR



Female XLR



Female RCA



center pin HOT



5 pins female DIN



Steréo 3,5 JACK



center pin HOT
ring pin HOT



Mono 6.35 JACK



center pin HOT



Straigh male BNC



center pin HOT



7

Typy złącz

DIN

- dawniej używany w sprzęcie fonicznym amatorskim i profesjonalnym
- obecnie praktycznie niespotykany (czasem do połączeń MIDI)

Male XLR



Female XLR



Female RCA



center pin HOT



5 pins female DIN



Steréo 3,5 JACK



center pin HOT
ring pin HOT



Mono 6.35 JACK



center pin HOT



Straigh male BNC



center pin HOT



8

Typy złącz

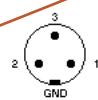
mały jack, jack 3,5mm

- głównie amatorski sprzęt foniczny oraz urządzenia przenośne
- także karty dźwiękowe

Male XLR



Female XLR



Female RCA



center pin HOT



5 pins female DIN



Steréo 3,5 JACK



center pin HOT

ring pin HOT



Mono 6.35 JACK



center pin HOT



Straigh male BNC



center pin HOT



9

Typy złącz

duży jack, jack 6.35mm

- głównie amatorski sprzęt foniczny oraz urządzenia przenośne
- także karty dźwiękowe

Male XLR



Female XLR



Female RCA



center pin HOT



5 pins female DIN



Steréo 3,5 JACK



center pin HOT

ring pin HOT



Mono 6.35 JACK



center pin HOT



Straigh male BNC



center pin HOT



10

Typy złącz

BNC

- profesjonalny sprzęt wizyjny: kamery, miksery
- sygnały synchronizacji (timecode)

Male XLR



Female XLR



Female RCA



Male RCA



5 pins female DIN



Stereo 3,5 JACK



center pin HOT
ring pin HOT



Mono 6.35 JACK



center pin HOT



Straigh male BNC

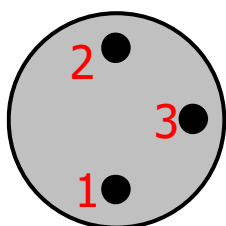


center pin HOT



11

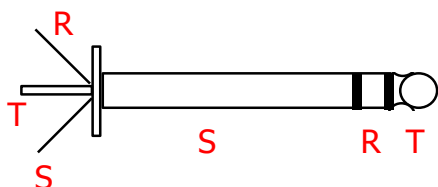
Typy złącz



1 - ekran

2 - przewód gorący (kanał lewy)

3 - przewód zimny (kanał prawy)



Złącze TRS (jack stereo)

T - przewód gorący (kanał lewy)

R - przewód zimny (kanał prawy)

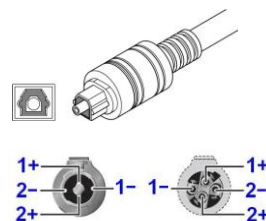
S - ekran

12

Typy złącz

Toslink – transmisja optyczna danych audio

- odtwarzacze audio, ADAT
- także wersja Mini-Toslink



Speakon – podłączanie głośników do wzmacniaczy



etherCON RJ45

- np. Dante



13

Typy złącz

mini XLR

- np. lustrzanki czy mniejsze kamery



mini BNC

- j.w.

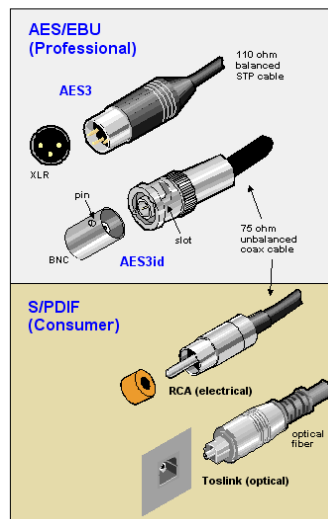


14

Cyfrowe standardy foniczne

AES/EBU (Audio Eng. Society and the European Broadcast Union)

- o połączenie za pomocą złącza XLR
- o impedancja 110 ohm
- o amplitudy między 3 a 10V
- o maksymalna długość kabla: 100 metrów przy częst. próbk. nie większej niż 50kHz

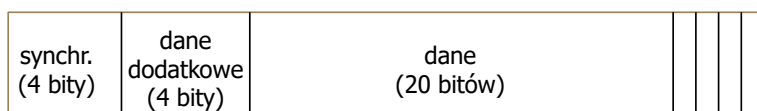


15

Cyfrowe standardy foniczne

AES/EBU (Audio Eng. Society and the European Broadcast Union)

- o dane przesyłane w blokach po 192 bity (24 słowa 8-bitowe)
- o nie jest ważna polaryzacja połączenia
- o dane przesyłane są naprzemiennie L-P-L-P
- o obsługa częstotliwości próbkowania 96kHz z wykorzystaniem dwóch kabli (każdy dla jednego kanału)



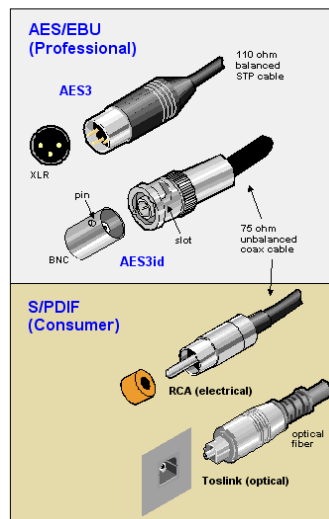
bity pomocnicze,
m.in. parzystość

16

Cyfrowe standardy foniczne

SPDIF (*Sony Philips Digital Interconnect Format*)

- domowa wersja standardu AES/EBU
- połączenie za pomocą kabla koaksjalnego lub światłowodu
- napięcie $0,5V_{pp}$
- impedancja 75 ohm
- ramka długości 192 bitów (12 słów 16-bitowych)
- możliwość przesyłania dodatkowych danych, np. start/koniec programu
- maksymalna rozdzielczość bitowa dla PCM – 24 bity
- maksymalna przepływność – 640kbit/s dla DD, 1,5Mbit/s dla DTS, 2,2Mbit/s dla PCM



17

Cyfrowe standardy foniczne

MADI (*Multichannel Audio Digital Interface*)

- zaproponowany jako standard AES przez Neve, Sony i SSL (1991)
- do 64 kanałów przesyłanych światłowodem (do 2km) lub kablem koaksjalnym (75 ohm, do 50 metrów)
- transmisja szeregową o typowej przepływności 100Mbit/s
- ramka kompatybilna z AES/EBU
- częstotliwości próbkowania do 192kHz, liczba bitów: do 24
 - 32 kHz to 48 kHz $\pm 12,5 \%$, 56 kanałów;
 - 32 kHz to 48 kHz nominalna, 64 kanałów;
 - 64 kHz to 96 kHz $\pm 12,5 \%$, 28 kanałów.
- format profesjonalny



18

Cyfrowe standardy foniczne

ADAT (*Alesis Digital Audio Tape*) Optical Interface

- przesyłanie kablem światłowodowym do ośmiu kanałów PCM
- częstotliwości próbkowania: 44,1; 48kHz; 96kHz(*)
- liczba bitów – 16, 20, 24
- wykorzystywany do połączeń między konsoletą, rejestratorem bądź komputerem

(*) cztery kanały przy 96kHz

19

Cyfrowe standardy foniczne

TDIF (*Tascam Digital Interface*)

- wykorzystuje 25-pinowe złącze d-sub
- przesyłanie do ośmiu kanałów (w obie strony) o częst. próbkowania do 96kHz
- synchronizacja zapewniana osobnym połączeniem (najczęściej kablem BNC)
 - dopiero od wersji TDIF-2 synchronizacja dołączona do standardu

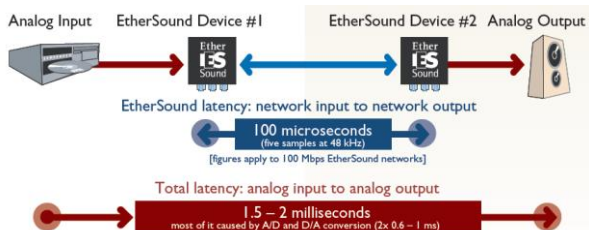
20

Cyfrowe standardy foniczne



EtherSound ES-100 Audio Transport

- wykorzystuje skrętkę (kat. 5e lub 6) do dwukierunkowej transmisji sygnałów fonicznych
- do 64 kanałów PCM – 24bity/48kHz
- w zależności od częstotliwości próbkowania zmienia się liczba kanałów (32 kanały przy 96kHz)
- do tego dodatkowe dane kontrolne
- zaleta: niska latencja



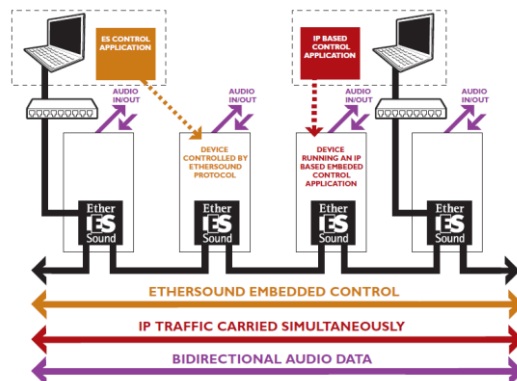
21

Cyfrowe standardy foniczne



EtherSound ES-Giga

- wykorzystuje połączenie 1Gbit
- do 256 kanałów w każdym kierunku
- 24 b PCM; częst. próbk.: 44,1 or 48 kHz i wielokrotności/podwielokrotności (88,2, 96, 24 kHz, itp.)
- dostęp do 100Mbit łącza ethernetowego



22

Cyfrowe standardy foniczne

AES50

- standard otwarty
 - zdefiniowany w 2005 roku
 - bazuje na protokole SuperMAC (Sony Pro Audio Lab)
- 100Mbit/s, kabel CAT5/5e, maks. 100 metrów
- maks. 48 kanałów (dwukierunkowych) przy częst. próbk. 48kHz
- latencja: 62,50us (3 próbki dla 48kHz)
- dodatkowy kanał pomocniczy – 5Mbit/s

23

Cyfrowe standardy foniczne

HyperMac

- wersja rozwojowa AES50
 - wykorzystuje Gigabit Ethernet lub światłowód
 - maks. 384 kanały (dwukierunkowe) przy częst. próbk. 48kHz
 - latencja: 41,66us (2 próbki dla 48kHz)
 - dodatkowy kanał pomocniczy – 200Mbit/s

24

Cyfrowe standardy foniczne

AES50/HyperMAC

- wymagają dedykowanych ruterów
- deterministyczna latencja
- wbudowane algorytmy detekcji i korekcji błędów
 - zapis danych w sposób umożliwiający wykrycie problemów w kablu i nadal przesyłanie w sposób poprawny
- redundatne połączenia między urządzeniami

25

Cyfrowe standardy foniczne

Dante

- wykorzystuje połączenie ethernet (zalecany 1Gbit)
- używa protokołu IP (w odróżnieniu od Ethersounda)
 - konfiguracja adresów z użyciem DHCP
 - w sieciach 100Mbit i mieszanych wymagana QoS
 - nie wymaga tworzenia odrębnej sieci
- przesyłanie audio z użyciem UDP
 - unicast i multicast
 - typowa przepływność dla unicast to ok. 6Mbit/s (4 kanały i 16 próbek na kanał)
- możliwość przesyłania
 - 48x48 kanałów z częst. próbk. 48kHz w sieci 100Mbit
 - 512x512 kanałów z częst. próbk. 48kHz w sieci 1Gbit

26

Cyfrowe standardy foniczne

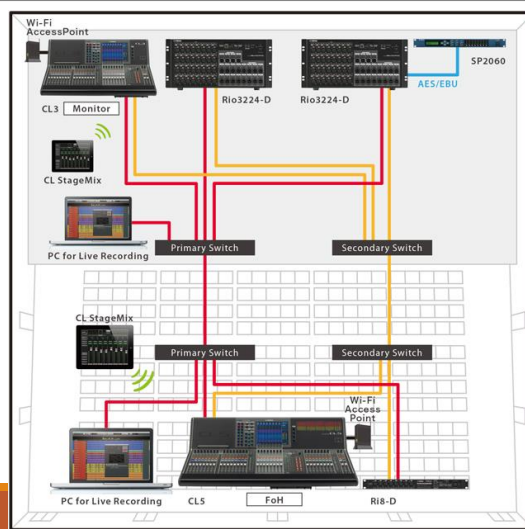
Dante

- niewielka i detereministyczna latencja
 - zależy od wielkości sieci (a dokładnie liczby switchy)
 - od 0,15 ms do 5 ms
- nie jest wykorzystywane multipleksowanie z podziałem czasu (TDM)
 - stosowane w AES/EBU, MADI, EtherSound
 - synchronizacja urządzeń na podstawie przesyłu danych
- Dante wykorzystuje transmisję pakietową
 - Precision Time Protocol (protokół precyzyjnej synchronizacji czasu)
 - pozwala na uzyskanie synchronizacji urządzeń poniżej 1 us
 - ostatnio dodano także obsługę przesyłania sygnału wideo

27

Cyfrowe standardy foniczne

Dante



28

Rejestratory

stereo <-> wielościeżkowe (wielośladowe)

analogowe <-> cyfrowe

magnetofony <-> rejestratory twarde dyskowe <-> rejestratory na karty pamięci <->
<-> komputer PC + karta dźwiękowa + oprogramowanie do montażu

29

Przykłady rejestratorów

magnetofon DAT (Digital Audio Tape)

- dwa kanały
- częstotliwość próbkowania: 32; **44,1**; **48**; 96 kHz
- liczba bitów – 16, 24
- czas zapisu – do 120 minut



30

Przykłady rejestratorów

magnetofon ADAT

- osiem kanałów
- częstotliwość próbkowania: 44,1; 48kHz
- liczba bitów – 20, 24
- czas zapisu – do ok. 60 minut



31

Przykłady rejestratorów

rejestrator twarodyskowy Fostex D-2424LV

- 24 kanały przy częst. próbk. 44,1 i 48kHz
- 8 kanałów przy 24bitach i częst. próbk. 88,2 i 96kHz
- częstotliwość próbkowania: 44,1; 48; 88,2; 96kHz
- liczba bitów – 16, 24
- czas zapisu: zależny od użytego dysku, ok. 80 min na 24śl. przy zastosowaniu dysku o pojemności 10 GB
- zapis także na DVD-RAM

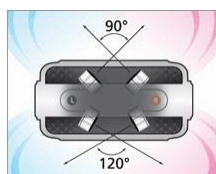


32

Przykłady rejestratorów

rejestrator ZOOM H2

- o zapis do 4 ścieżek
- o zapis na kartach SD
- o dwie pary mikrofonów XY
- o zapis także do MP3
- o częstotliwości próbkowania: 44,1; 48; 96kHz
- o liczba bitów: 16, 24



33

Przykłady rejestratorów

rejestrator ZOOM H4n

- o pre-recording
- o zmiana położenia mikrofonów
- o spowolnione/przyspieszone odtwarzanie

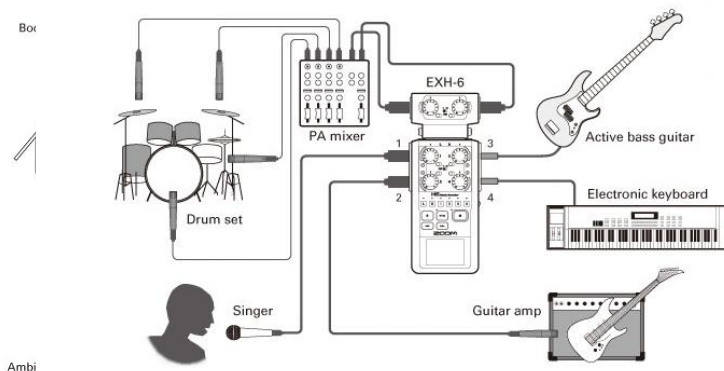


35

Przykłady rejestratorów

rejestrator ZOOM H6

- typowo 4 złącza XLR i dwa wbudowane mikrofony
- możliwość zmiany głowicy z mikrofonami



36

Przykłady rejestratorów

rejestrator ZOOM R24

- 8 kanałów wejściowych (6 z phantomem)
- częst. próbk. do 96kHz, kwantyzacja do 24bitów
- przy pracy w trybie karty dźwiękowej: 8 kanałów wejściowych, 2 wyjściowe
- możliwość pracy na bateriach
- zapis na karcie SD



37

Przykłady rejestratorów

rejestrator ZOOM LiveTrak L-12

- 8 kanałów wejściowych XLR/TRS + 2 stereo RCA
- częst. próbk. do 96kHz, kwantyzacja do 24bitów
- przy pracy w trybie karty dźwiękowej: 14 kanałów wejściowych, 4 wyjściowe
- 5 wyjść słuchawkowych
- wbudowany procesor efektów
- zapis na karcie SD



38

Przykłady rejestratorów

rejestrator ZOOM F8

- 8 wejść mikrofonowych z phantomem i limiterem
- wbudowany mikser
- możliwość nagrywania 10 ścieżek (8 mikrofonowych + miks stereo)
- obsługa kwantyzacji 24-bitowej
- obsługa częst. próbkowania do 192 kHz
- zasilania z baterii lub zasilacza
- możliwość sterowania z iPhone-a/iPad-a
- możliwość podłączenia główek od H6
- zapis na dwóch kartach pamięci



39

Przykłady rejestratorów

rejestrator ZOOM F4

- 4 wejścia mikrofonowe z phantomem i limiterem
- wejścia 5 i 6 dedykowane kapsułom od H6
- wbudowany mikser
- możliwość nagrywania 8 ścieżek
- obsługa kwantyzacji 24-bitowej
- obsługa częst. próbkowania do 192 kHz
- zasilania z baterii lub zasilacza
- zapis na dwóch kartach pamięci



40

Przykłady rejestratorów

rejestrator ZOOM H3-VR

- Ambisonia pierwszego rzędu
- nagrywa w formatach: ambisonicznych, stereo i binauralnie
- możliwość mocowania do góry i do dołu
- możliwość sterowania z iPhone-a
- wyjście słuchawkowe (tryb binauralny)
- praca także jako mikrofon konferencyjny
- zapis: 24 bity, 48 kHz/96 kHz



41

Przykłady rejestratorów

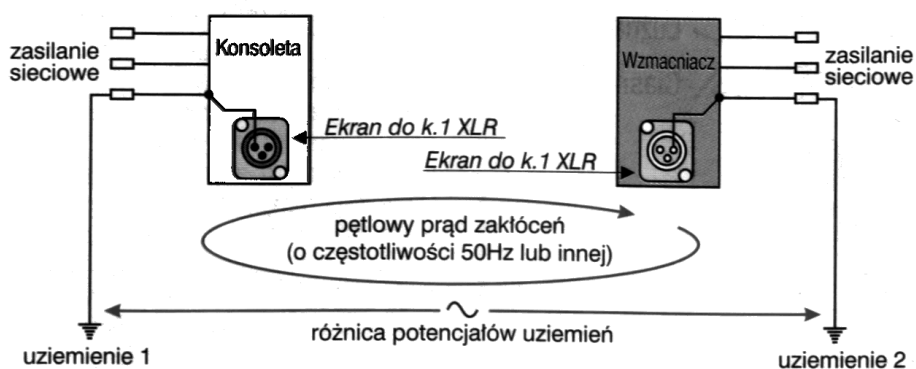
rejestrator ZOOM M2 MicTrak

- wbudowane dwa mikrofony w układzie XY (90 stopni)
- zapis dźwięku z kwantyzacją **zmiennoprzecinkową 32-bitową**
- wbudowane wyjście słuchawkowe
- podłączenie do komputera za pomocą złącza USB-C
- częst. próbkowania: 48 kHz/96 kHz



42

Pętla masy



43