

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

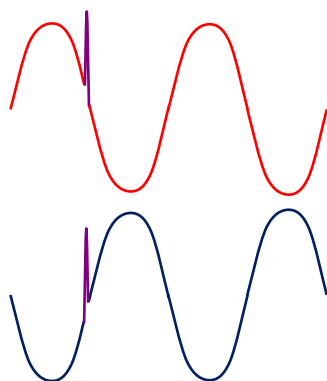
- dwukrotne zwiększenie amplitudy po dopasowaniu
- znoszenie się zakłóceń indukowanych w linii symetrycznej

problemy z liniami symetrycznymi

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

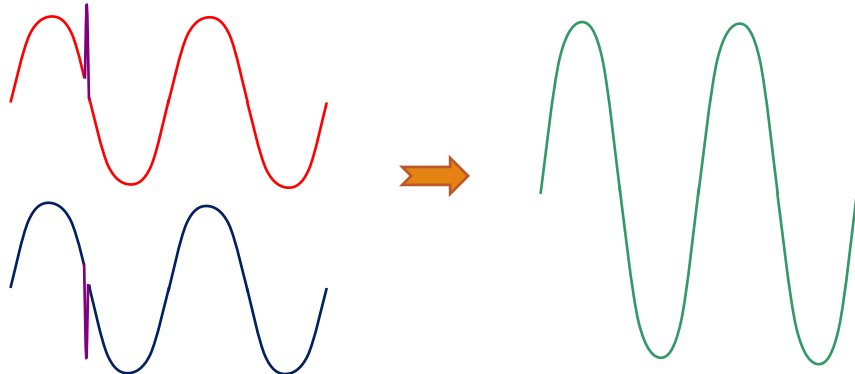
3

Połączenia symetryczne



4

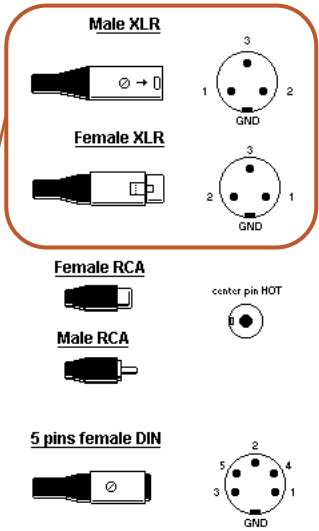
Połączenia symetryczne



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



Stereo 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



Stereo 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

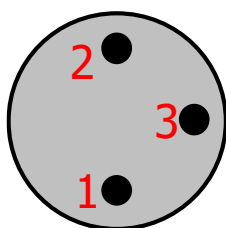


center pin HOT

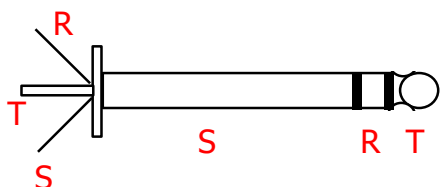


11

Typy złącz



- 1 - ekran
- 2 - przewód gorący (kanał lewy)
- 3 - przewód zimny (kanał prawy)



Złącze TRS (jack stereo)

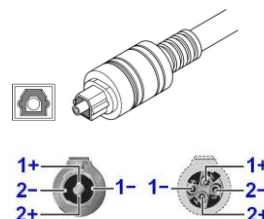
- T - przewód gorący (kanał lewy)
- R - przewód zimny (kanał prawy)
- S - ekran

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.

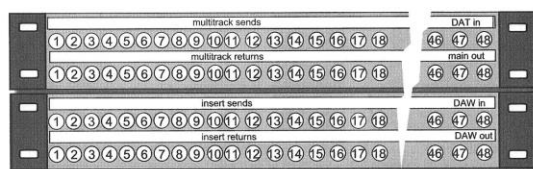


14

Krosownice

urządzenia służące do krosowania sygnałów

- o najczęściej pasywne
- o wersje symetryczne/niesymetryczne
- o najczęściej wykorzystują złącza jack (TRS lub TS)

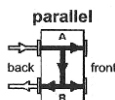


15

Krosownice - typy

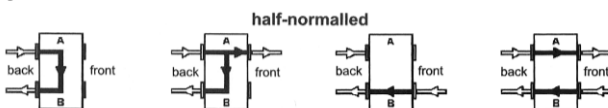
parallel

- o każde wyjście jest połączone z wejściem, włożenie jack-a nie zmienia połączeń



half-normalled

- o gdy jack nie jest włożony, wyjście jest połączone z wejściem
- o gdy jack jest włożony w górne gniazdo, połączenie jest zachowane i można sygnał wysłać dalej
- o gdy jack jest włożony w dolne gniazdo, połączenie jest przerywane i źródłem staje się sygnał z „patch cable”

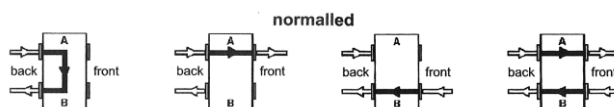


16

Krosownice - typy

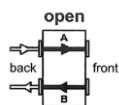
normalled

- gdy jack nie jest włożony, wyjście jest połączone z wejściem
- gdy jack jest włożony w górne gniazdo, połączenie jest przerywane i można sygnał wystać dalej
- gdy jack jest włożony w dolne gniazdo, połączenie jest przerywane i źródłem staje się sygnał z „patch cable”



open

- gdy jack nie jest włożony, nie ma połączenia
- konieczne jest włożenie jack-a, żeby odpowiednio przestać sygnał

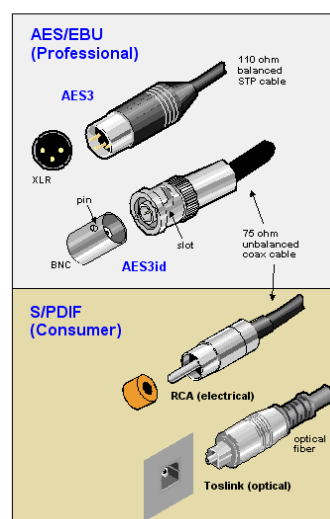


17

Cyfrowe standardy foniczne

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

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

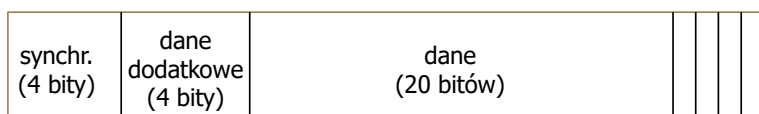


18

Cyfrowe standardy foniczne

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

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



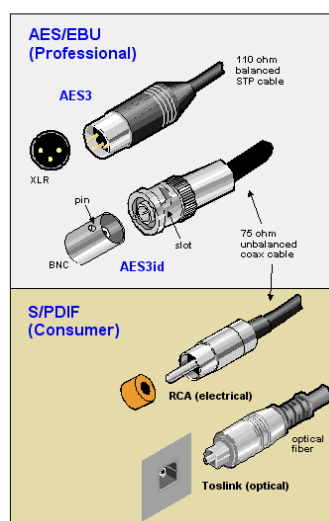
bity pomocnicze,
m.in. parzystość

19

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



20

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



21

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 konsolą, rejestratorem bądź komputerem

(*) cztery kanały przy 96kHz

22

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

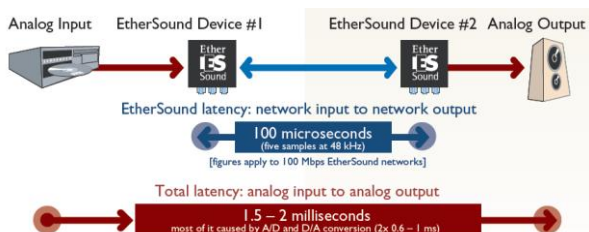
23

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

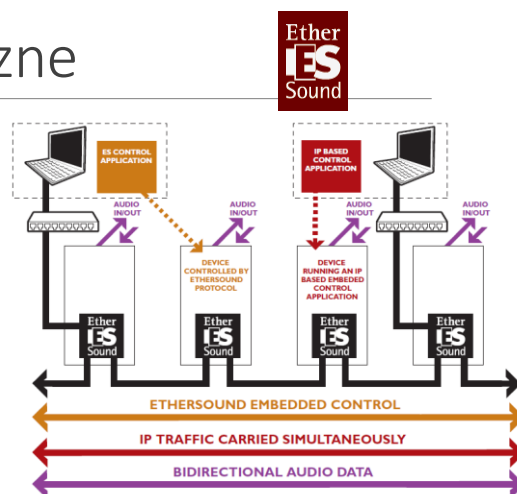


24

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



25

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

26

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

27

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

28

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

29

Cyfrowe standardy foniczne

Dante

- niewielka i deterministyczna 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

30

DANTE

konfiguracja z poziomu

- PeCeta: Dante Controller
- urządzenia

31

DANTE - cechy

jeden Master (obecnie Leader)

jeżeli Master zniknie

- urządzenia wykorzystują swoje wewnętrzne zegary
- następuje automatyczny wybór nowego Mastera
- ponowna synchronizacja nie wiąże się z zakłóceniami czy ciszą

Primary Leader Clocks: Stagebox2-CH, Stagebox1-CH										
Domain: ConcertHall admin (Site Administrator)										
Device Name	Sync	Mute	Clock Source	Domain Status	Primary v1 Multicast	Primary v2 Multicast	Secondary v1 Multicast	Secondary v2 Multicast	Preferred Leader	Enable Sync To External
192.168.20.0/24										
Amp1-CH	<input checked="" type="checkbox"/>		Dante	Disabled	Follower	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/>	N/A
Amp2-CH	<input checked="" type="checkbox"/>		Dante	N/A	Follower	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/>	N/A
Stagebox2-CH	<input checked="" type="checkbox"/>		Dante	Leader	Leader	Disabled	N/A	N/A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
192.168.30.0/24										
Desk-CH-Man	<input checked="" type="checkbox"/>		Dante	Disabled	Follower	Disabled	N/A	N/A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stagebox1-CH	<input checked="" type="checkbox"/>		Dante	Disabled	Leader	Disabled	N/A	N/A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

32

DANTE - cechy

w jednej sieci mogą funkcjonować urządzenia pracujące z różną rozdzielczością bitową (16/24/32) - i wzajemnie przekazywać sobie dane



33

DANTE - cechy

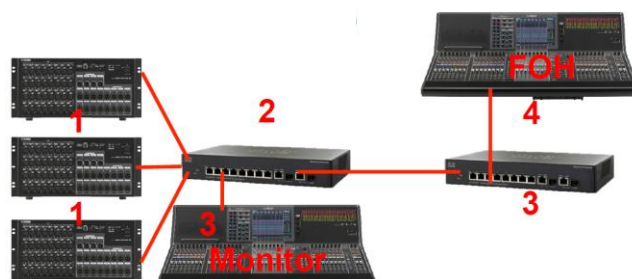
w jednej sieci mogą funkcjonować urządzenia pracujące z różną częst. próbkowania - ale **NIE MOGĄ** przekazywać sobie danych



34

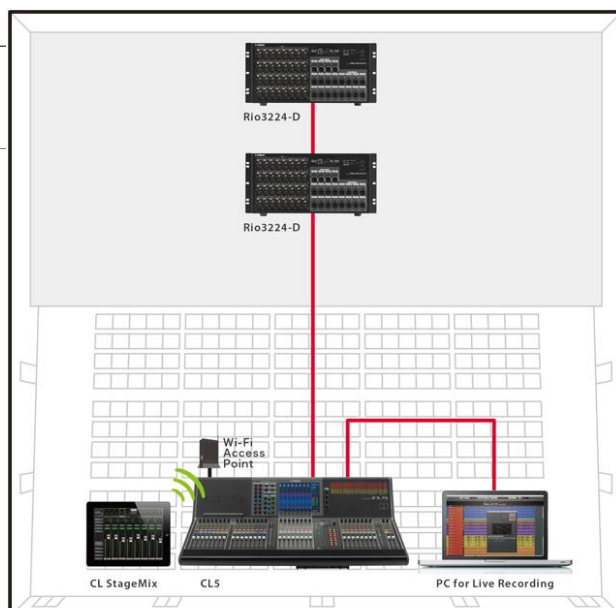
DANTE - latencja

- układ: gwiazda
- 5 urządzeń Dante + 2 switchce
- dane audio przechodzą przez cztery switchce
- używać ustawienia latencji 0,5ms (lub większej)



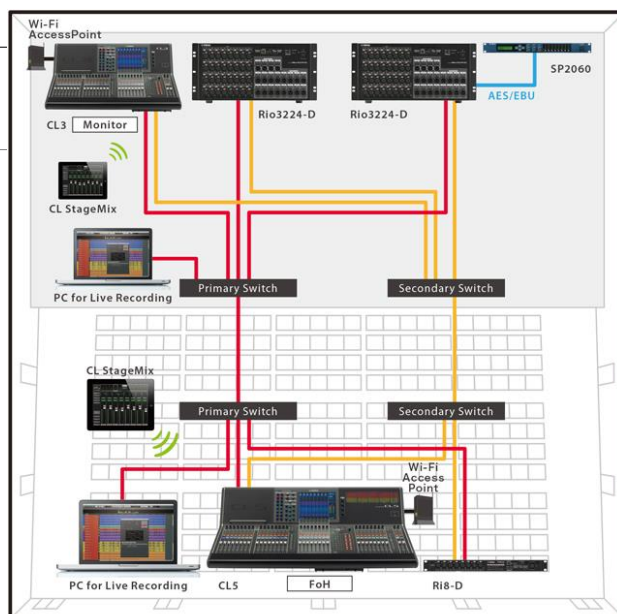
35

Prosty system



36

Typowy system



37

Rejestratory

stereo <-> wielościeżkowe (wielośladowe)

analogowe <-> cyfrowe

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

38

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



39

Przykłady rejestratorów

magnetofon ADAT

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



40

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

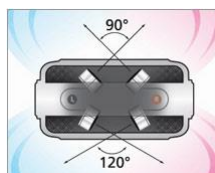


41

Przykłady rejestratorów

rejestrator ZOOM H2

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



42

Przykłady rejestratorów

rejestrator ZOOM H4n

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

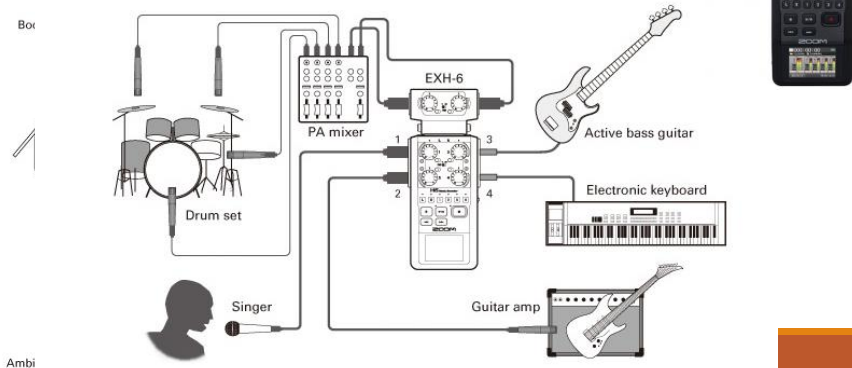


44

Przykłady rejestratorów

rejestrator ZOOM H6

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



45

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



46

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



47

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 głośników od H6
- zapis na dwóch kartach pamięci



48

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



49

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



50

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



51

Pętla masy

