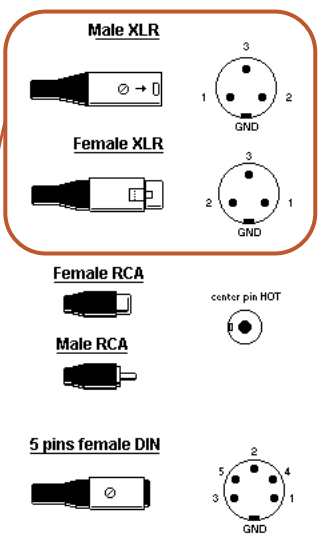
STANDARDY ZAPISU I TRANSMISJI DŹWIĘKU

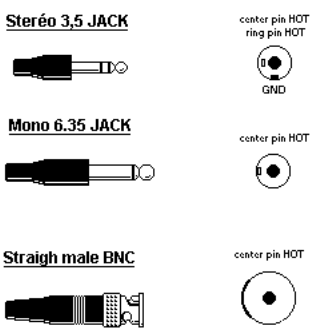
DR INŻ. PIOTR ODYA
KATEDRA SYSTEMÓW MULTIMEDIALNYCH

1

Typy złącz

XLR, canon
• połączenia w profesjonalnym sprzęcie audio: mikrofony, konsolety

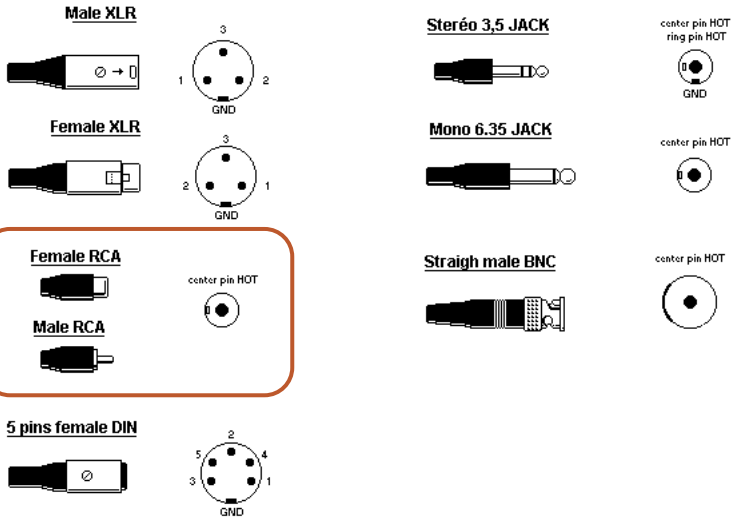




6

Typy złącz

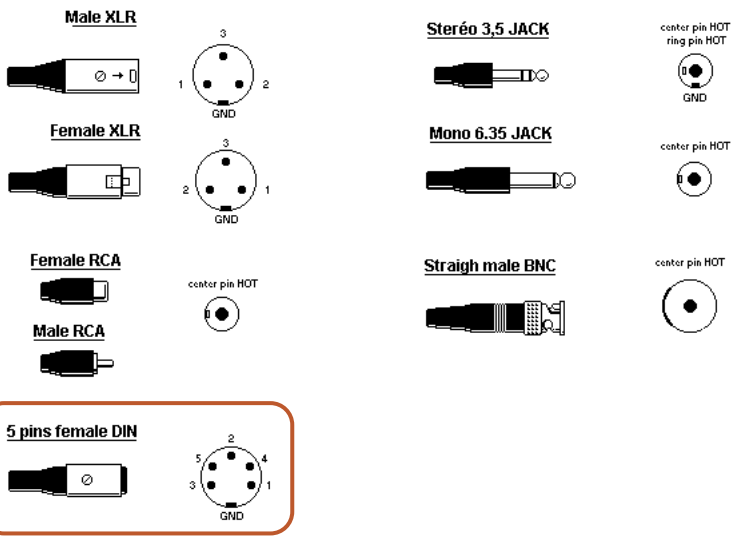
RCA, cinch
- do niedawna najpopularniejszy typ złącza amatorskiego
- wykorzystywany zarówno do połączeń fonicznych, także cyfrowych (np. SPDIF), jak i wizyjnych



7

Typy złącz

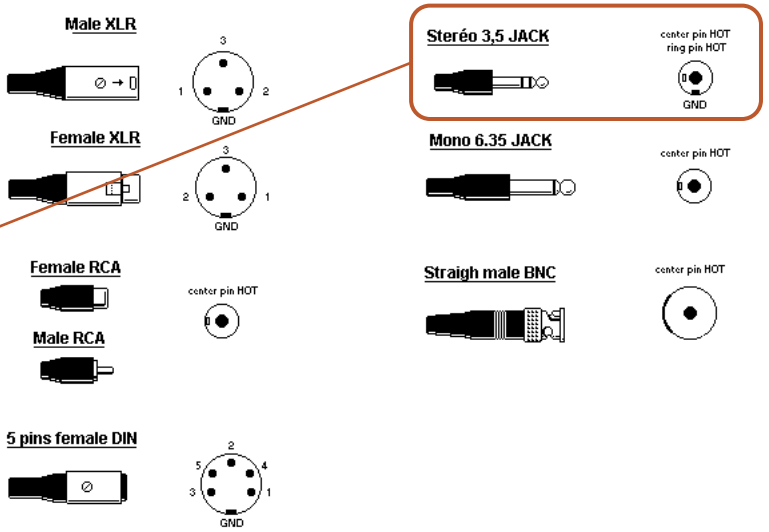
DIN
- dawniej używany w sprzęcie fonicznym amatorskim i profesjonalnym
- obecnie praktycznie niespotykany (czasem do połączeń MIDI)



8

Typy złącz

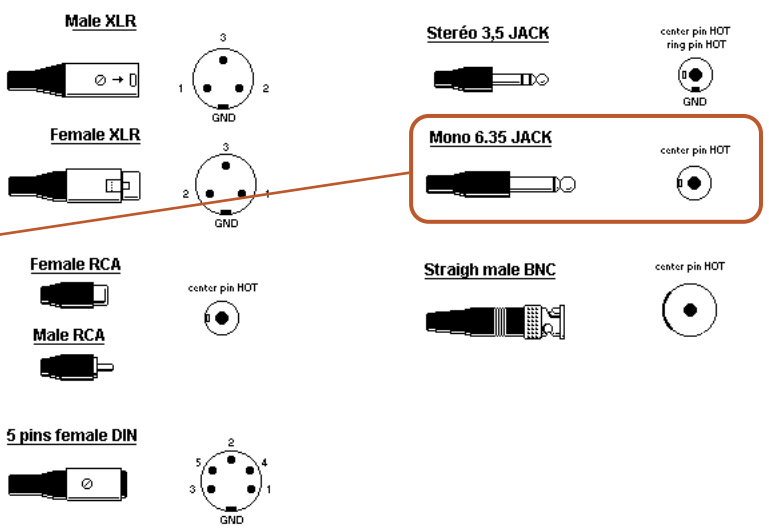
mały jack, jack 3,5mm
• głównie amatorski sprzęt foniczny oraz urządzenia przenośne
• także karty dźwiękowe



9

Typy złącz

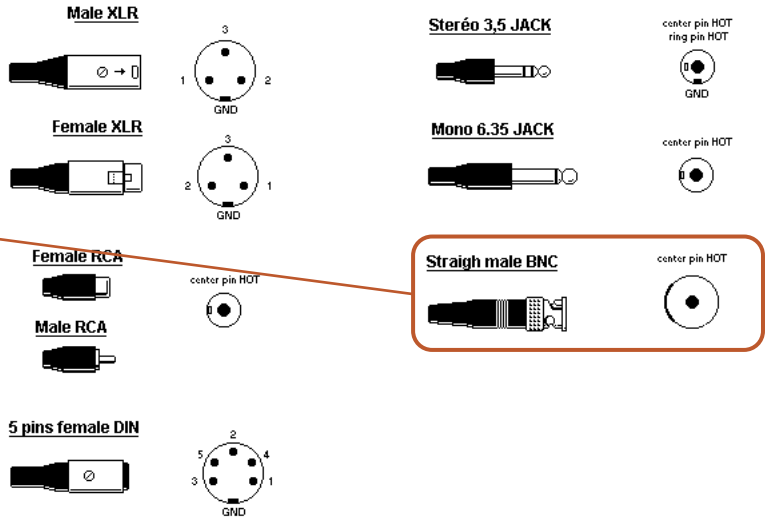
duży jack, jack 6.35mm
• głównie amatorski sprzęt foniczny oraz urządzenia przenośne
• także karty dźwiękowe



10

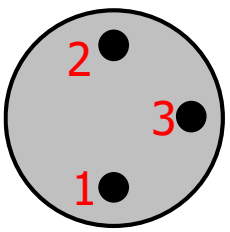
Typy złącz

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

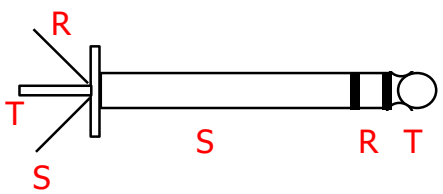


11

Typy złącz



złącze żeńskie, widok od strony montażowej



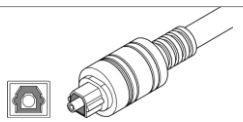
1 - ekran
2 - przewód gorący (kanał lewy)
3 - przewód zimny (kanał prawy)

Złącze TRS (jack stereo)
T - przewód gorący (kanał lewy)
R - przewód zimny (kanał prawy)
S -ekran

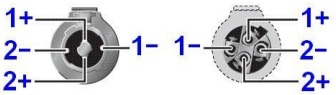
12

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

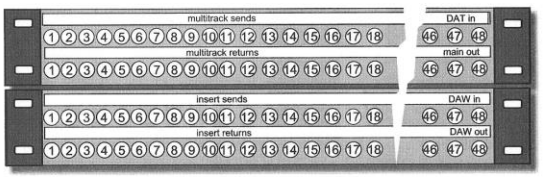
mini XLR
- np. lustrzanki czy mniejsze kamery

mini BNC
- j.w.

14

Krosownice

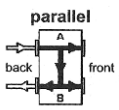
- urządzenia służące do krosowania sygnałów
  - najczęściej pasywne
  - wersje symetryczne/niesymetryczne
  - najczęściej wykorzystują złącza jack (TRS lub TS)



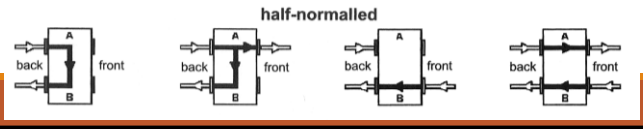
15

Krosownice - typy

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



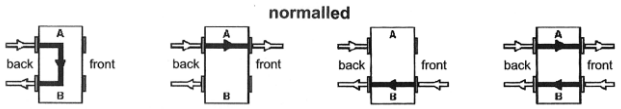
- half-normalled
  - gdy jack nie jest włożony, wyjście jest połączone z wejściem
  - gdy jack jest włożony w górne gniazdo, połączenie jest zachowane i można sygnał wysłać dalej
  - gdy jack jest włożony w dolne gniazdo, połączenie jest przerywane i źródłem staje się sygnał z „patch cable”



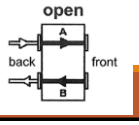
16

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 wysłać dalej
  - gdy jack jest włożony w dolne gniazdo, połączenie jest przerywane i źródłem staje się sygnał z „patch cable”



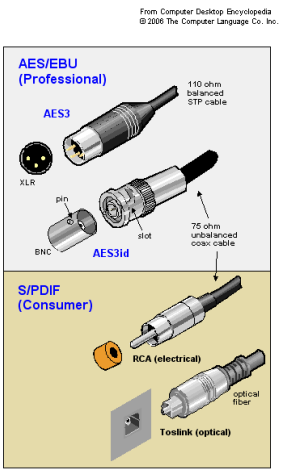
- open
  - gdy jack nie jest włożony, nie ma połączenia
  - konieczne jest włożenie jack-a, żeby odpowiednio przesłać sygnał



17

Cyfrowe standardy foniczne – AES/EBU

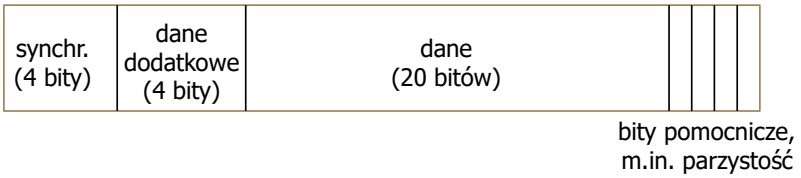
- AES/EBU -> Audio Eng. Society and the European Broadcast Union
- połączenie za pomocą złącza XLR
- impedancja 110 ohm
- amplitudy między 3 a 10V
- maksymalna długość kabla: 100 metrów przy częst. próbk. nie większej niż 50kHz



18

Cyfrowe standardy foniczne – AES/EBU

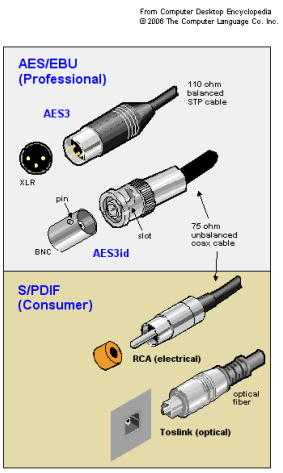
- dane przesyłane w blokach po 192 bity (24 słowa 8-bitowe)
- nie jest ważna polaryzacja połączenia
- dane przesyłane są naprzemiennie L-P-L-P
- obsługa częstotliwości próbkowania 96kHz z wykorzystaniem dwóch kabli (każdy dla jednego kanału)



19

Cyfrowe standardy foniczne – SPDIF

- 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

- 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 szeregowa o typowej przepływności 100Mbit/s
- ramka kompatybilna z AES/EBU
- częstotliwości próbkowania do 192kHz, liczba bitów: do 24
  - 32 kHz to 48 kHz ± 12,5 %, 56 kanałów;
  - 32 kHz to 48 kHz nominalna, 64 kanałów;
  - 64 kHz to 96 kHz ± 12,5 %, 28 kanałów.
- format profesjonalny

Konwerter MADI <-> Dante

21

Cyfrowe standardy foniczne – ADAT

- ADAT -> Alesis Digital Audio Tape
- 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

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 na połączenie: 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 na połączenie: 41,66us (2 próbki dla 48kHz)
- dodatkowy kanał pomocniczy – 200Mbit/s

27

Cyfrowe standardy foniczne – AES50/HyperMAC

- wymagają dedykowanych routerów
- deterministyczna latencja
  - poniżej 3ms od mikrofonu do głośnika
- 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
  - konfiguracja adresów z użyciem DHCP
  - w sieciach 100Mbit i mieszanych wymagana QoS
  - nie wymaga tworzenia odrębnej sieci
- możliwość przesyłania
  - 48x48 kanałów z częst. próbk. 48kHz w sieci 100Mbit
  - 512x512 kanałów z częst. próbk. 48kHz w sieci 1Gbit

Dante®

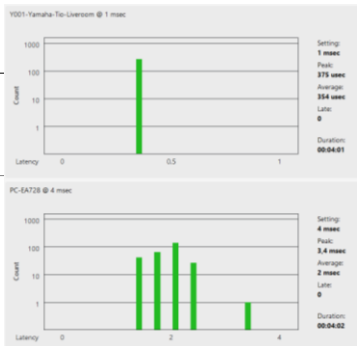
29

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 - latencja

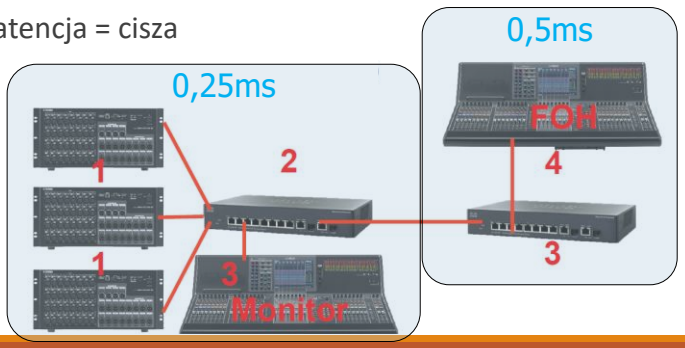


- układ: gwiazda
- 5 urządzeń Dante + 2 switche
- dane audio przechodzą przez cztery switche
- używać ustawienia latencji 0,5ms (lub większej)

34

DANTE - latencja

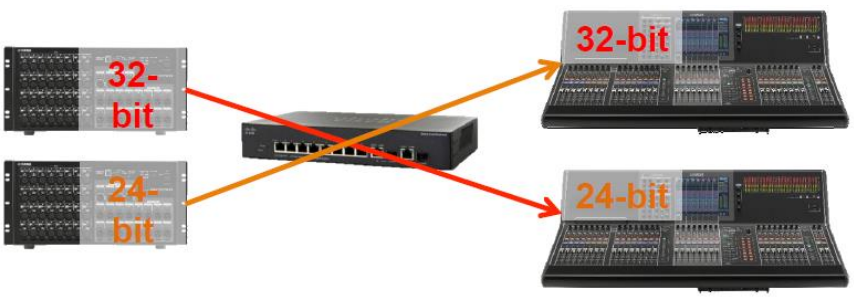
- inna opcja:
  - latencja 0,25ms dla interfejsów wejściowych i konsoli odsłuchowej
  - latencja 0,5ms dla konsoli FOH
  - zbyt mała latencja = cisza



35

DANTE - cechy

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

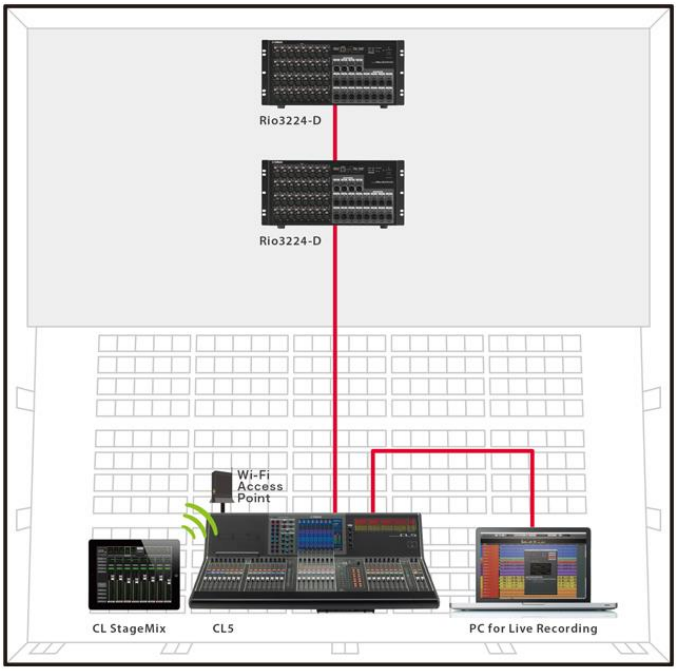


36

DANTE - cechy

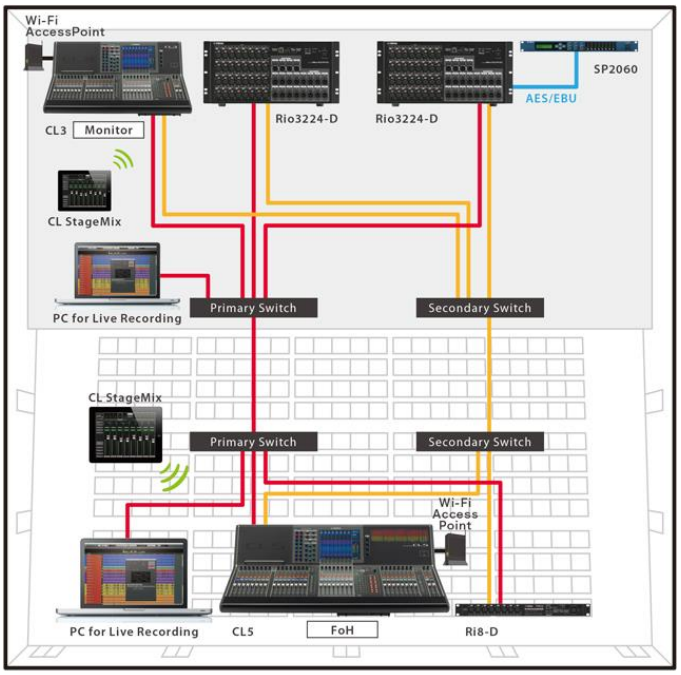
- w jednej sieci mogą funkcjonować urządzenia pracujące z różną częst. próbkowania - ale **NIE MOGĄ** przekazywać sobie danych

37



Prosty system

38



Typowy system

39

DANTE - uwagi techniczne

- kable
  - co najmniej CAT5e, zalecany CAT6, ekranowane
- switche
  - 1GB (lub więcej) na każdym porcie
  - przełączanie równe dwukrotności liczby portów (np. 20GBps dla 10 portowego switcha)
  - brak zarządzania energią „Energy-Efficient Ethernet” lub możliwość jej wyłączenia

40

Rejestratory

- stereo <-> wielościeżkowe (wielośladowe)
- analogowe <-> cyfrowe
- magnetofony <-> rejestratory twardodyskowe <-> rejestratory na karty pamięci <-> komputer PC + karta dźwiękowa + oprogramowanie do montażu

41

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

42

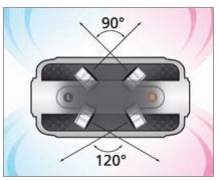
Przykłady rejestratorów

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

43

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



45

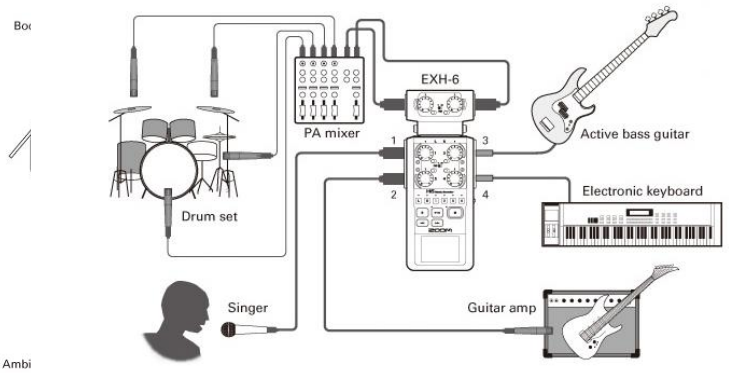
Przykłady rejestratorów

- rejestrator ZOOM H4n
  - pre-recording
  - zmiana położenia mikrofonów
  - spowolnione/przyspieszone odtwarzanie
  - dwa wejścia XLR z phantomem
  - częstotliwości próbkowania: 44,1; 48; 96kHz
  - liczba bitów: 16, 24

47

Przykłady rejestratorów

- rejestrator ZOOM H6
  - typowo 4 złącza XLR i dwa wbudowane mikrofony
  - możliwość zmiany głowicy z mikrofonami



48

Przykłady rejestratorów

- rejestrator ZOOM H4 Essential
  - większość funkcji jak w H4n
  - zmiennoprzecinkowa kwantyzacja 32-bitowa
  - możliwość synchronizacji z kodem czasowym
  - może działać jako interfejs audio (4 wej., 2 wyj.)
  - możliwe sterowanie z iPhone-a

49

Przykłady rejestratorów

- rejestrator Tascam Portacapture X6
  - zmiennoprzecinkowa kwantyzacja 32-bitowa
  - dwa wbudowane mikrofony w układzie XY lub AB
  - dwa wejścia XLR
  - zapis 6 śladów (4 wej. + miks stereo)
  - możliwość synchronizacji z kodem czasowym
  - może działać jako interfejs audio (6 wej., 2 wyj.)
  - możliwe sterowanie ze smartfona

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

Przykłady rejestratorów

- rejestrator F2 BT
  - zmiennoprzecinkowa kwantyzacja 32-bitowa
  - częstotliwości próbkowania 44,1 oraz 48 kHz
  - mikrofon dookólny w zestawie
  - sterowanie z iPhone-a (wersja BT)
  - możliwość synchronizacji z kodem czasowym

52

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

54

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 głowic od H6
  - zapis na dwóch kartach pamięci

55

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

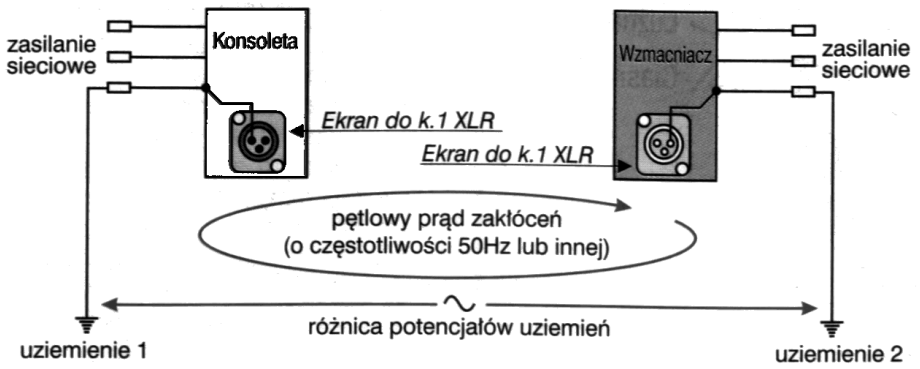
56

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

57

Pętla masy



58