

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

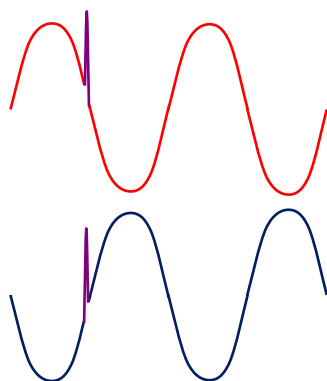
2

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)

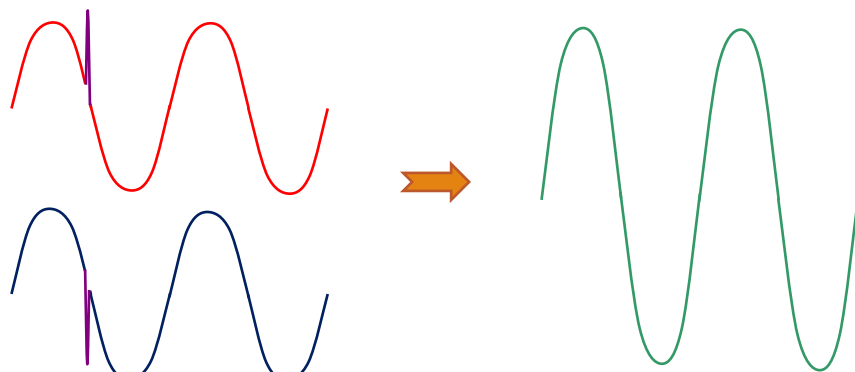
3

Połączenia symetryczne



4

Połączenia symetryczne

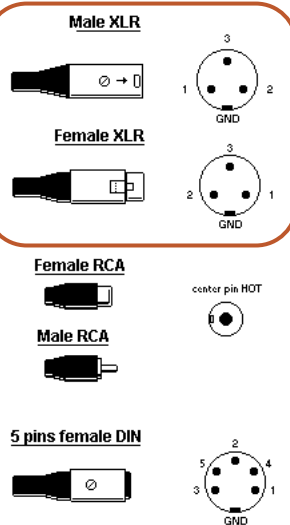


5

Typy złącz

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



Male RCA



5 pins female DIN



Steréo 3,5 JACK



Mono 6.35 JACK



Straigh male BNC



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



Male RCA



5 pins female DIN



Steréo 3,5 JACK



Mono 6.35 JACK



Straigh male BNC



8

Typy złącz

mały jack, jack 3,5mm

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

Male XLR



Female XLR



Female RCA



Male RCA



5 pins female DIN



Steréo 3,5 JACK



Mono 6.35 JACK



Straigh male BNC



9

Typy złącz

duży jack, jack 6.35mm

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

Male XLR



Female XLR



Female RCA



Male RCA



5 pins female DIN



Steréo 3,5 JACK



Mono 6.35 JACK



Straigh male BNC



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



Mono 6,35 JACK

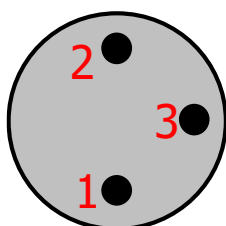


Straigh male BNC



11

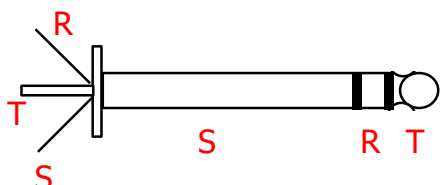
Typy złącz



1 - ekran

2 - przewód gorący (kanał lewy)

3 - przewód zimny (kanał prawy)



Złącze TRS (jack stereo)

T - przewód gorący (kanał lewy)

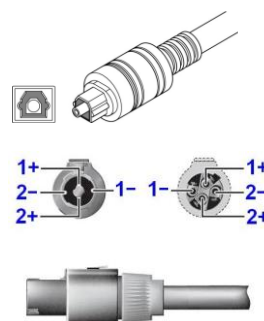
R - przewód zimny (kanał prawy)

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



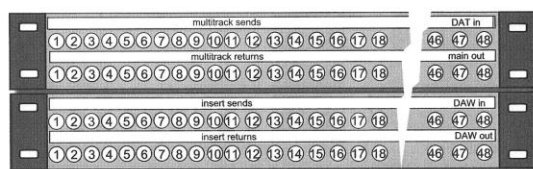
- mini BNC
 - j.w.



14

Krosownice

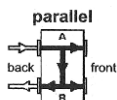
- urządzenia służące do krosowania sygnałów
 - najczęściej pasywne
 - wersje symetryczne/niesymetryczne
 - najczęściej wykorzystują złącza jack (TRS lub TS)



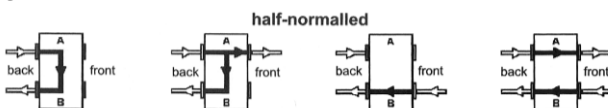
15

Krosownice - typy

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



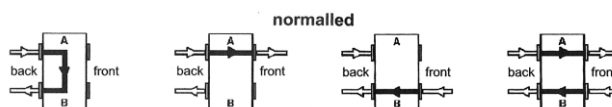
- half-normalled
 - gdy jack nie jest włożony, wyjście jest połączone z wejściem
 - gdy jack jest włożony w górne gniazdo, połączenie jest zachowane i można sygnał wysłać dalej
 - gdy jack jest włożony w dolne gniazdo, połączenie jest przerywane i źródłem staje się sygnał z „patch cable”



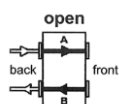
16

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”



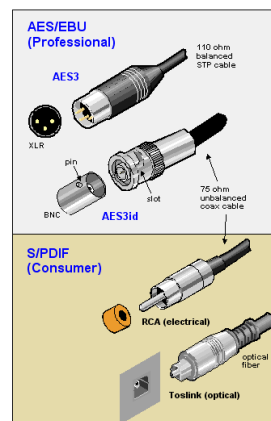
- open
 - gdy jack nie jest włożony, nie ma połączenia
 - konieczne jest włożenie jack-a, żeby odpowiednio przesłać sygnał



17

Cyfrowe standardy foniczne – AES/EBU

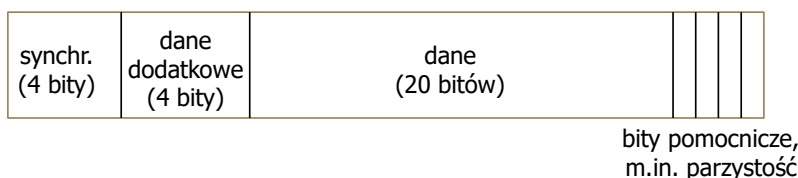
- AES/EBU -> Audio Eng. Society and the European Broadcast Union
- połączenie za pomocą złącza XLR
- impedancja 110 ohm
- amplitudy między 3 a 10V
- maksymalna długość kabla: 100 metrów przy częst. próbk. nie większej niż 50kHz



18

Cyfrowe standardy foniczne – AES/EBU

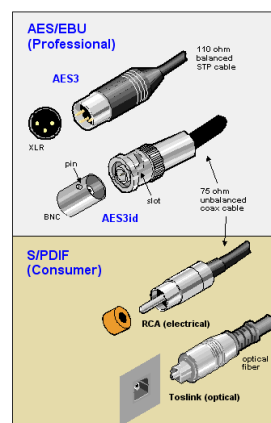
- dane przesyłane w blokach po 192 bity (24 słowa 8-bitowe)
- nie jest ważna polaryzacja połączenia
- dane przesyłane są naprzemiennie L-P-L-P
- obsługa częstotliwości próbkowania 96kHz z wykorzystaniem dwóch kabli (każdy dla jednego kanału)



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 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

- 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 konsolą, 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



29

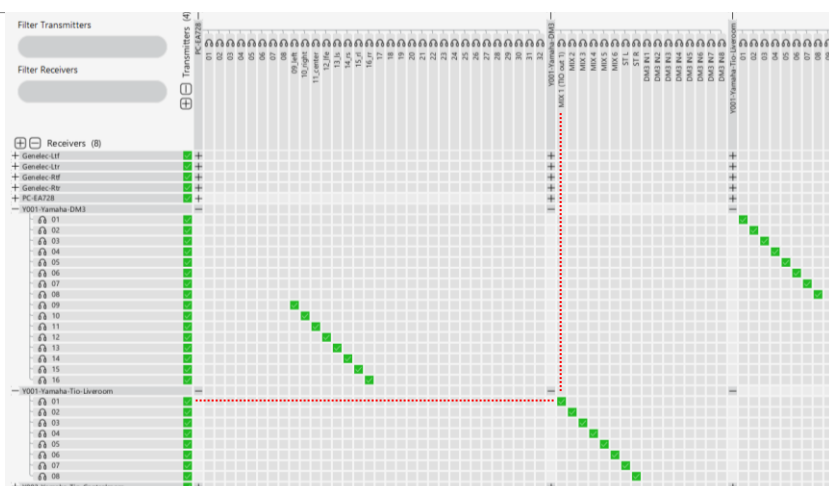
Cyfrowe standardy foniczne – Dante

- 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

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
Genelec-Ltf			Dante	N/A	Follower	Disabled	N/A	N/A	☐	N/A
Genelec-Ltr			Dante	N/A	Follower	Disabled	N/A	N/A	☐	N/A
Genelec-Rtf			Dante	N/A	Follower	Disabled	N/A	N/A	☐	N/A
Genelec-Rtr			Dante	N/A	Follower	Disabled	N/A	N/A	☐	N/A
PC-EA728			Dante	N/A	Follower	N/A	N/A	N/A	Follower Only	N/A
Y001-Yamaha-DM3			Dante	N/A	Leader	Disabled	N/A	N/A	☒	N/A
Y001-Yamaha-Tio-Liveroom			Dante	N/A	Follower	Disabled	N/A	N/A	☐	N/A
Y002-Yamaha-Tio-Controlroom			Dante	N/A	Follower	Disabled	N/A	N/A	☐	N/A

32

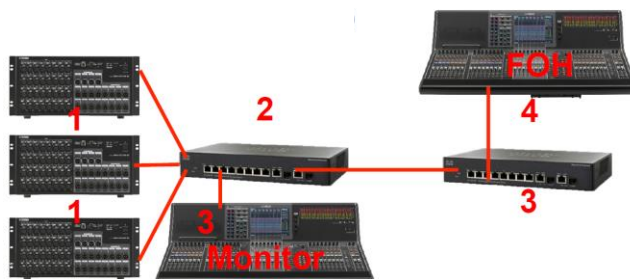
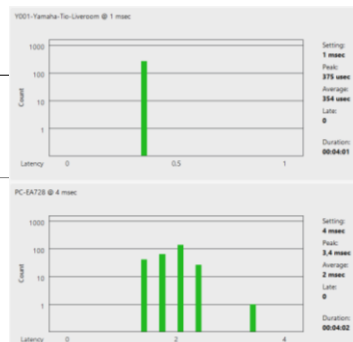
DANTE - cechy

- konieczność konfiguracji urządzeń, m.in.
 - numery urządzeń za pomocą dipswitchy (UNIT ID)
 - wielkość latencji
- zdalne sterowanie gain-em interfejsów wejściowych
- możliwość ustawienia różnych gain-ów dla różnych konsolet
- redundancja dzięki niezależnym sieciom
 - ale awaria sieci i przełączenie na rezerwową wiąże się z ciszą (2s lub więcej)

33

DANTE - latencja

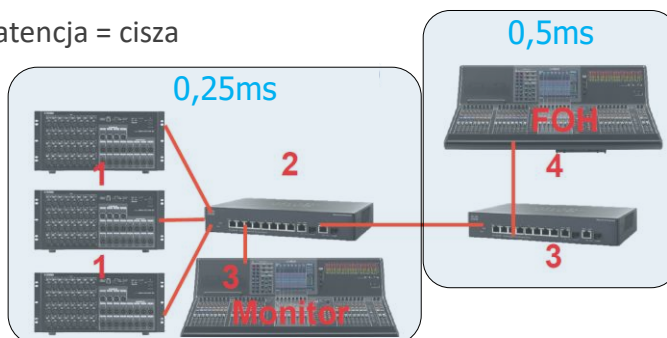
- układ: gwiazda
- 5 urządzeń Dante + 2 switche
- dane audio przechodzą przez cztery switche
- używać ustawienia latencji 0,5ms (lub większej)



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

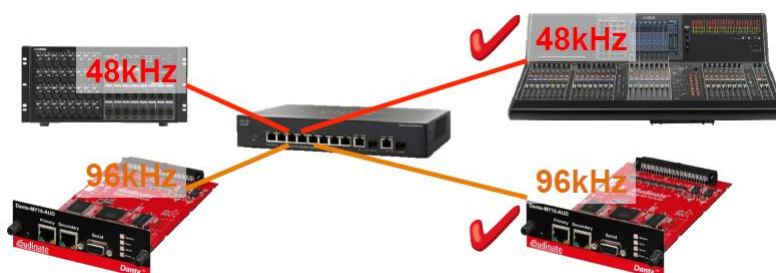
- w jednej sieci mogą funkcjonować urządzenia pracujące z różną rozdzielczością bitową (16/24/32) - i wzajemnie przekazywać sobie dane



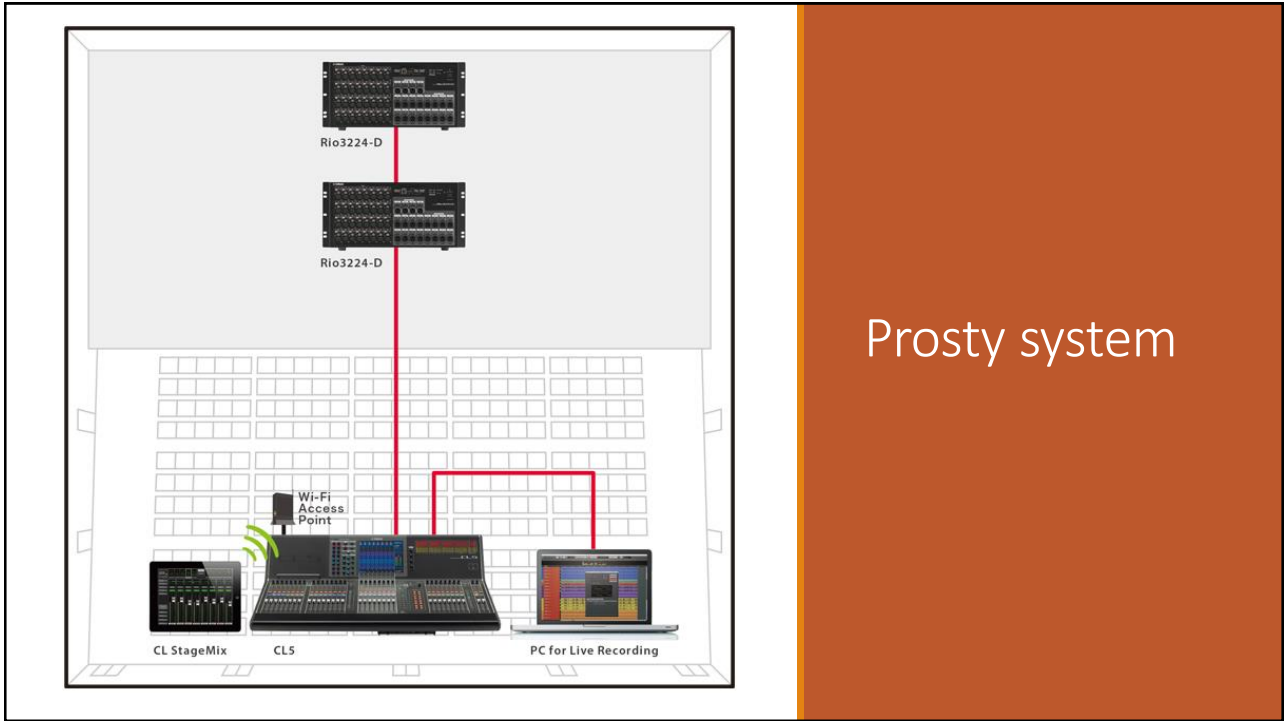
36

DANTE - cechy

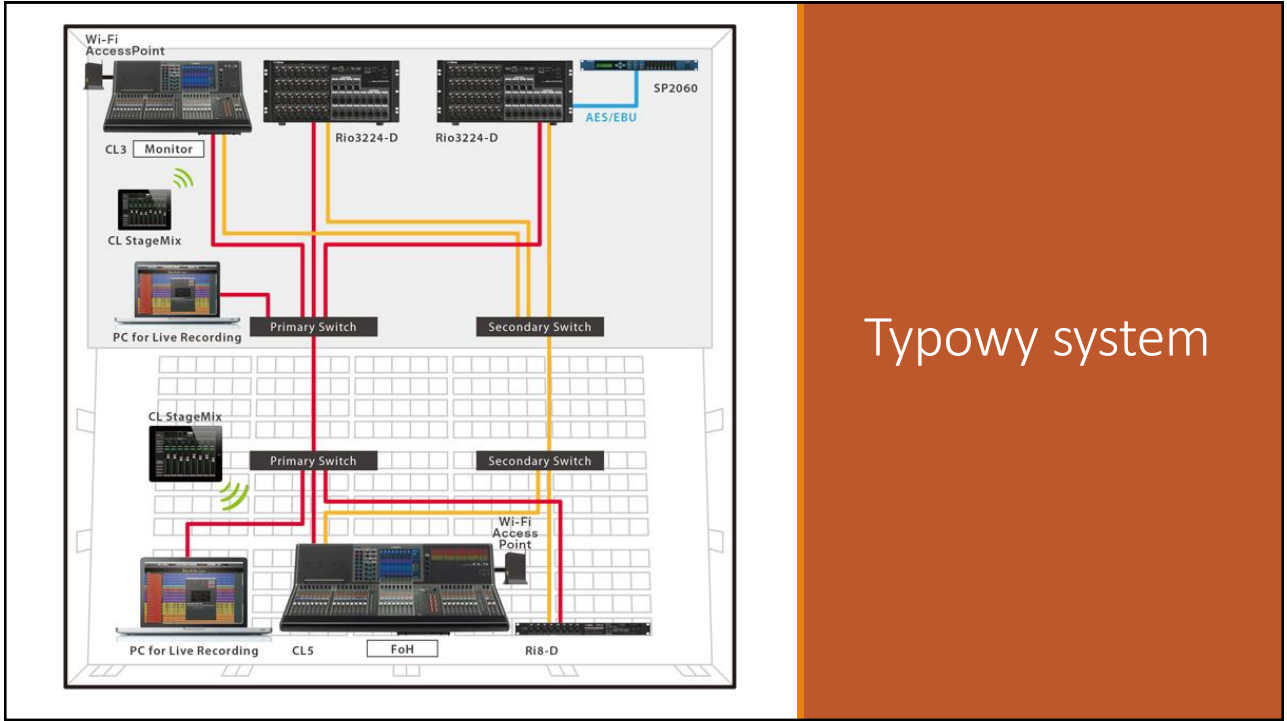
- w jednej sieci mogą funkcjonować urządzenia pracujące z różną częst. próbkowania - ale **NIE MOGĄ** przekazywać sobie danych



37



38



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

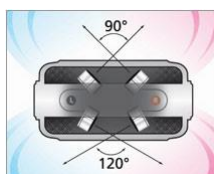
- osiem kanałów
- częstotliwość próbkowania: 44,1; 48kHz
- liczba bitów – 20, 24
- czas zapisu – do ok. 60 minut



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

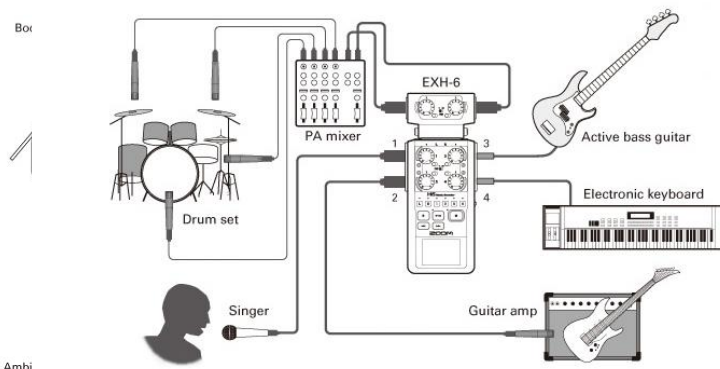
- rejestrator ZOOM H4n
 - pre-recording
 - zmiana położenia mikrofonów
 - spowolnione/przyspieszone odtwarzanie



47

Przykłady rejestratorów

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



48

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



49

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



51

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



52

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



53

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



54

Pętla masy

