

# 12. Mikrofony

## 12.1. Wstęp

- Mikrofony - przetworniki elektroakustyczne służące do przekształcenia energii akustycznej na energię elektryczną
- Zasada działania – inne kursy
- W ramach wykładu - wybrane aspekty praktyczne.

# 12. Mikrofony

## 12.2. Wybrane parametry mikrofonów

- Parametry i sposoby ich wyznaczania dla mikrofonów stosowanych w systemach elektroakustycznych określone w PN-EN 60268-4:2011
- Skuteczność mikrofonu  $M$  (*ang. sensitivity*) [V/Pa] – stosunek napięcia na wyjściu mikrofonu do ciśnienia akustycznego na jego membranie.
  - w zależności od sposobu określania wartości ciśnienia akustycznego rozróżnia się cztery rodzaje skuteczności,
  - większość mikrofonów stosowanych w elektroakustyce - skuteczność w warunkach pola swobodnego,
  - wartość uzależniona od impedancji obciążenia - najczęściej podawana dla mikrofonu nieobciążonego.
- Poziom skuteczności  $L_m$  (*ang. sensitivity level*) [dB]

$$L_m = 20 \cdot \log(M / M_r) \quad \text{gdzie } M_r = 1 \text{ V / Pa}$$

# 12. Mikrofony

## 12.2. Wybrane parametry mikrofonów

- Charakterystyka częstotliwościowa (ang. frequency response) [dB]
  - stosunek napięcia na wyjściu mikrofonu określonego w funkcji częstotliwości sygnału sinusoidalnego do napięcia wyjściowego przy określonej częstotliwości (albo wartości średniej napięcia w wąskim pasmie częstotliwości), przy stałym ciśnieniu akustycznym i określonym kącie padania fali dźwiękowej.
- Użyteczny zakres częstotliwości
  - zakres częstotliwości, w którym odchylenia charakterystyki od charakterystyki „idealnej” do danych zastosowań nie przekraczają określonej wartości.
- Charakterystyka kierunkowości (ang. pickup pattern)
  - krzywa określająca poziom skuteczności mikrofonu w funkcji kąta padania fali dźwiękowej dla określonej częstotliwości, bądź wąskiego pasma częstotliwości.

# 12. Mikrofony

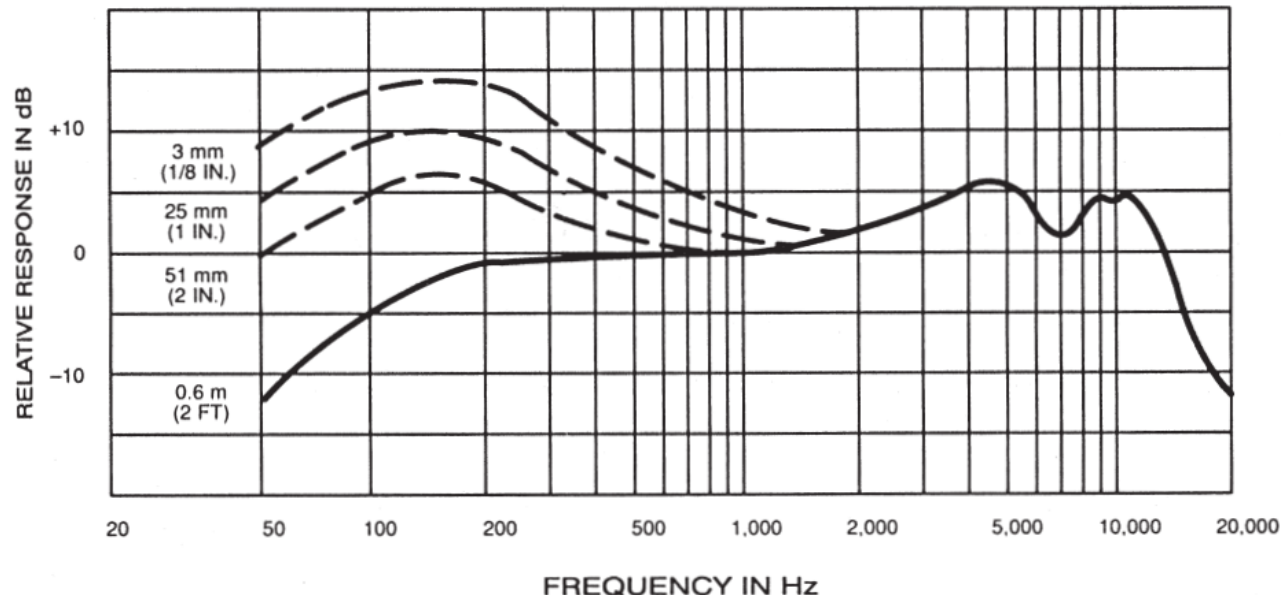
## 12.2. Wybrane parametry mikrofonów

- Wskaźnik skuteczności przód/tył  
(ang. front-to-rear sensitivity index)  
– wyrażony w decybelach stosunek skuteczności w warunkach pola swobodnego dla fali płaskiej mikrofonu na jego osi głównej do skuteczności w kierunku przeciwnym ( $180^\circ$ ).
- Parametry dotyczące zniekształceń nieliniowych oraz szumów wyznaczone są w sposób typowy dla większości urządzeń elektroakustycznych.
- Ciśnienie dźwięku powodujące przesterowanie  
(ang. overload sound pressure)  
– maksymalne ciśnienie dźwięku fali płaskiej, dla którego zniekształcenia nieliniowe nie przekraczają określonej wartości. Norma nie określa aktualnie tej wartości, natomiast typowo w specyfikacjach przyjmuje się wartość 0,5 lub 1 %.

# 12. Mikrofony

## 12.3. Problemy występujące przy stosowaniu mikrofonów

- Efekt zbliżeniowy (ang. proximity effect)
  - występuje dla mikrofonów jednokierunkowych,
  - charakterystyka częstotliwościowa w zakresie małych częstotliwości uzależniona od odległości między mikrofonem a źródłem dźwięku,
  - w odległościach poniżej około 0,5 m uwypuklenie charakterystyki w zakresie małych częstotliwości,



# 12. Mikrofony

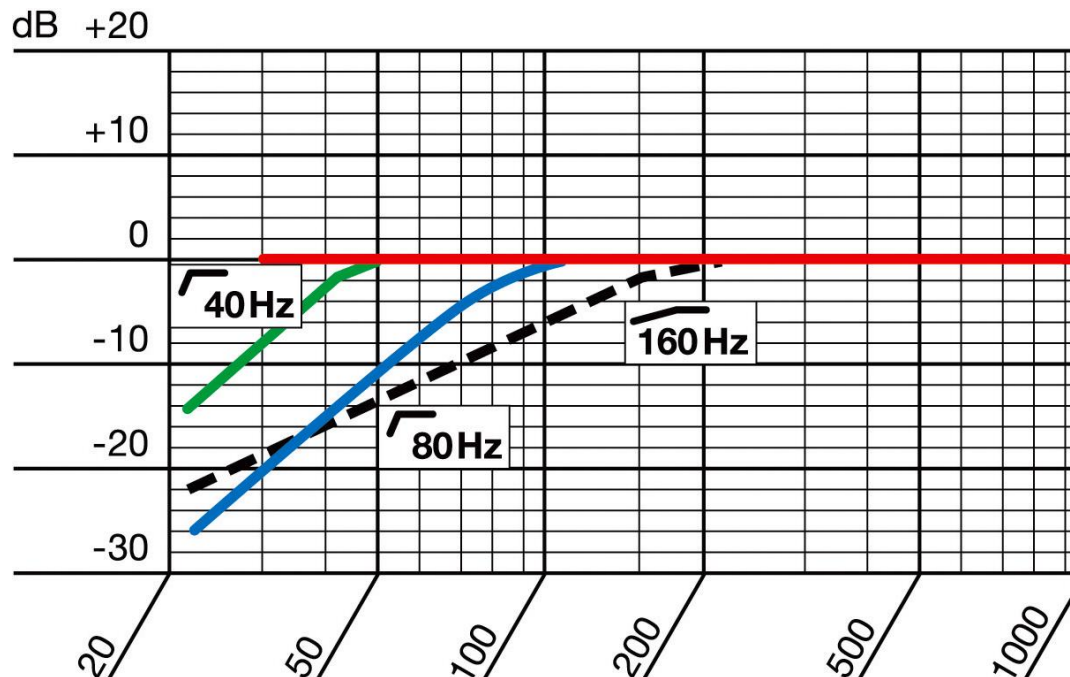
## 12.3. Problemy występujące przy stosowaniu mikrofonów

- Efekt zbliżeniowy (ang. proximity effect) cd.
  - niektóre mikrofony projektowane tak, aby to zjawisko było jak najmniejsze,
  - bardzo często w mikrofony posiadają przełącznik aktywujący filtr górnoprzepustowy o częstotliwości granicznej 100 – 160 Hz (czasami możliwość wyboru częstotliwości) ograniczający:
    - efekt zbliżeniowy,
    - drgania materiałowe – np. od kroków, które mogą się przenosić na membranę mikrofonu,
    - inne zjawiska omawiane poniżej.
  - efekt można również eliminować za pomocą zewnętrznego korektora charakterystyki częstotliwościowej.

# 12. Mikrofony

## 12.3. Problemy występujące przy stosowaniu mikrofonów

- Efekt zblizeniowy (ang. proximity effect)
  - charakterystyki przykładowych filtrów wbudowanych w mikrofon studyjny (160 Hz do efektu zblizeniowego)



# 12. Mikrofony

## 12.3. Problemy występujące przy stosowaniu mikrofonów

- zakłócenia generowane przez wiatr/przepływ powietrza (*ang. wind noise*)
- zapobieganie:
  - osłony przeciwwietrzne (*ang. windscreens*),
  - i/lub filtry górnoprzepustowe o małej częstotliwości granicznej.





# 12. Mikrofony

## 12.3. Problemy występujące przy stosowaniu mikrofonów

- Efekt „pop”
  - występowanie - mikrofon umieszczony w pobliżu ust, przy emisji tzw. głosek wybuchowych „p” i „t”,
  - przy wymawianiu głosek wybuchowych emitowany jest z ust relatywnie duży, impulsowy strumień powietrza, który może spowodować wygenerowanie w mikrofonie dodatkowych szumów związanych z przepływem powietrza,
  - zjawisko to jest najczęściej eliminowane przez tzw. „pop filtry”,
    - zintegrowane z osłonami przeciwwietrznymi,
    - lub wykonane jako specjalne przestony.

# 12. Mikrofony

## 12.3. Problemy występujące przy stosowaniu mikrofonów

- Efekt „pop”  
– filtr pop



# 12. Mikrofony

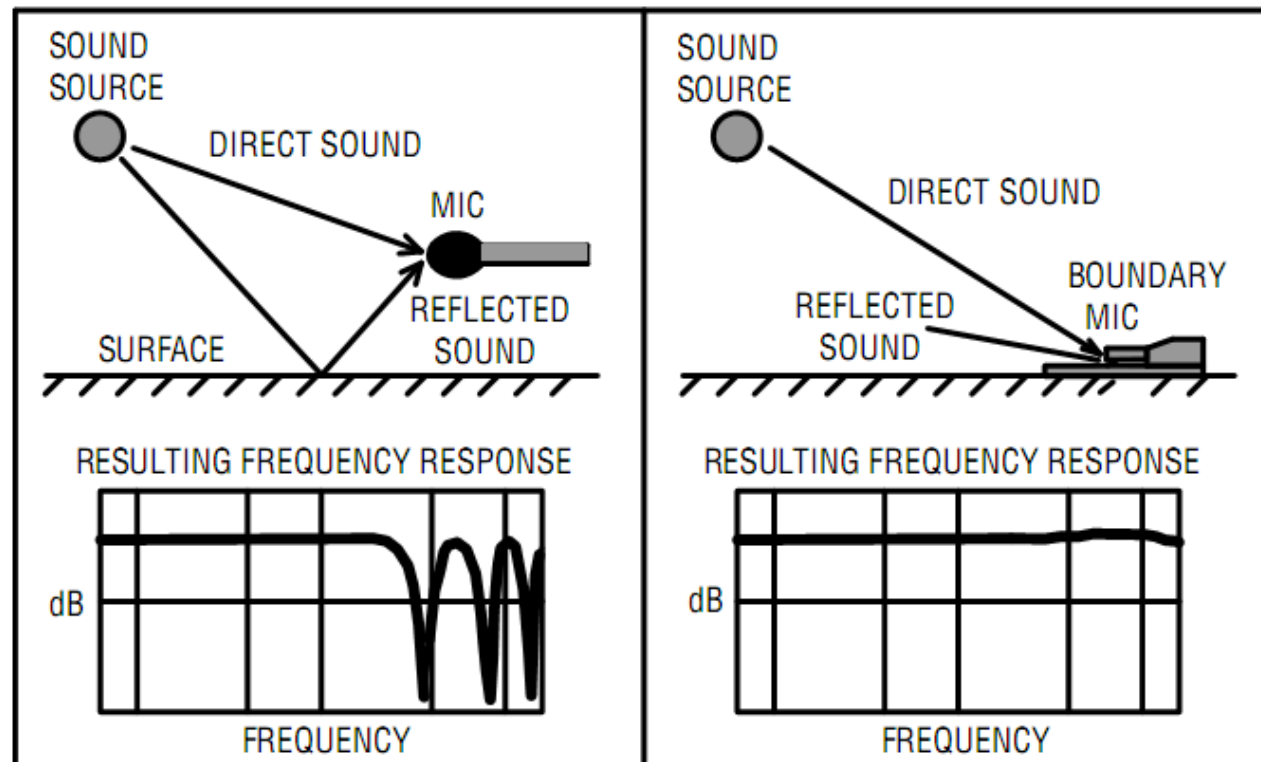
## 12.3. Problemy występujące przy stosowaniu mikrofonów

- Filtr grzebieniowy
  - występowanie - mikrofon umieszczony nad powierzchnią odbijającą,
  - dźwięk odbity dociera do mikrofonu z pewnym opóźnieniem i w związku z powstałymi przesunięciami fazowymi na charakterystyce częstotliwościowej pojawiają się nierównomierności,
  - szczególnie duże tłumienie występuje dla częstotliwości, dla których opóźnienie odpowiada przesunięciu fazy o  $180^\circ$ ,
  - problem ten często rozwiązuje się poprzez stosowanie specjalnych mikrofonów (*ang. boundary* -PZM lub PCC omówionych w dalszej części wykładu) umieszczonych na powierzchni odbijającej.

# 12. Mikrofony

## 12.3. Problemy występujące przy stosowaniu mikrofonów

- Filtr grzebieniowy
  - powstawanie i sposób minimalizacji efektu filtru grzebieniowego



# 12. Mikrofony

## 12.4. Klasyfikacja mikrofonów

- W zależności od zasady działania przetwornika najpopularniejsze mikrofony do zastosowań w systemach elektroakustycznych można podzielić na dwie grupy:
  - magnetoelektryczny (*ang. electrodynamic*),
    - zwyczajowa nazwa najpopularniejszej odmiany dynamiczny (*ang. dynamic*),
    - drgania membrany przenoszone są na cewkę poruszającą się w polu stałego magnesu,
  - elektrostatyczny (*ang. electrostatic*),
    - zwyczajowa nazwa pojemnościowy (*ang. condenser*),
    - zmiana pojemności płaskiego kondensatora powietrznego, którego jedna z elektrod (membrana) jest ruchoma.

# 12. Mikrofony

## 12.4. Klasyfikacja mikrofonów

- Mikrofony dynamiczne, cechy:
  - najczęściej stosowane,
  - niższa (od pojemnościowych) cena (prostsza konstrukcja),
  - możliwość pracy z sygnałami o bardzo dużych poziomach dźwięku,
  - duża odporność na warunki środowiska (temperatura, wilgotność),
  - duża odporność mechaniczna na uderzenia,
  - nie wymagają zasilania,
  - skuteczność: od dziesiątych części mV/Pa do około 3 mV/Pa.

# 12. Mikrofony

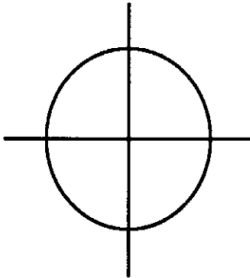
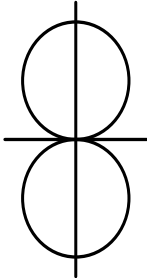
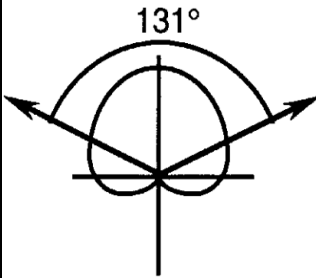
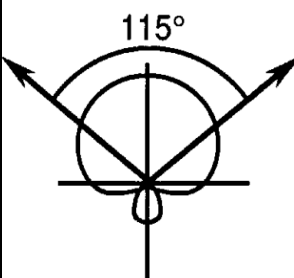
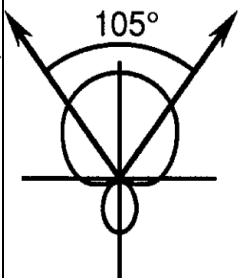
## 12.4. Klasyfikacja mikrofonów

- Mikrofony pojemnościowe, cechy:
  - bardziej złożone konstrukcyjnie (droższe),
  - lepsza jakość - możliwość uzyskania bardzo wyrównanej charakterystyki częstotliwościowej w zakresie dużych częstotliwości,
  - możliwość znacznego zmniejszenia gabarytów bez znaczącego pogorszenia jakości,
  - skuteczności od 5 do 50 mV/Pa,
  - możliwość przełączania charakterystyk kierunkowości,
  - „klasyczne” mikrofony pojemnościowe wymagają stosowania napięcia polaryzującego okładki kondensatora,
  - współczesne mikrofony pojemnościowe - najczęściej tzw. mikrofony elektretowe tzn. posiadają tzw. „wbudowaną” polaryzację (materiał o specyficznych właściwościach),
  - wbudowany przedwzmacniacz znajdujący się w pobliżu przetwornika,
  - przedwzmacniacz jest układem aktywnym - wymaga zasilania.

# 12. Mikrofony

## 12.4. Klasyfikacja mikrofonów

- Kształty charakterystyk kierunkowości mikrofonów (ang. pickup pattern):
  - wyróżnia się trzy podstawowe:
    - wszechkierunkowe,
    - dwukierunkowe (ósemkowe),
    - jednokierunkowe (kardioidalne, superkardioidalne, hiperkardioidalne),

Charakterystyka kierunkowości	Wszechkierunkowa (dookólna)	Dwukierunkowa (ósemkowa)	Jednokierunkowa		
			Kardioidalna	Superkardioidalna	Hiperkardioidalna
Kształt charakterystyki					
Wskaźnik skuteczności przód/tył	0 dB	0 dB	25 dB (teoretycznie ∞)	12 dB	6 dB

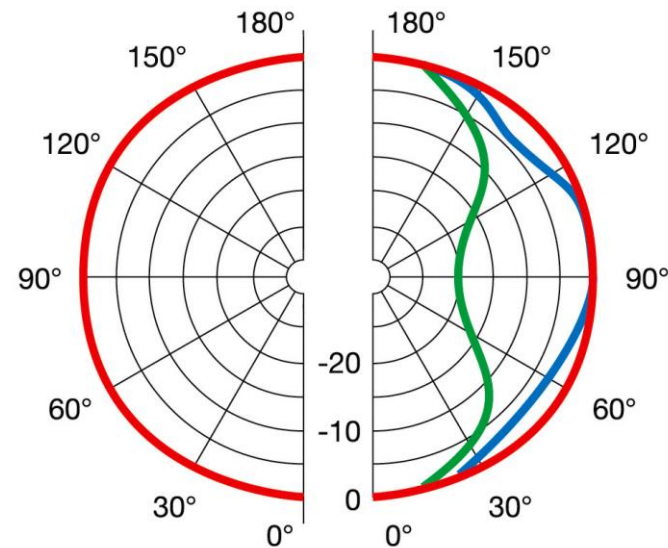


# 12. Mikrofony

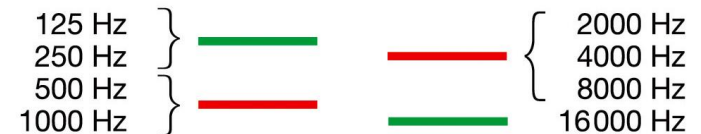
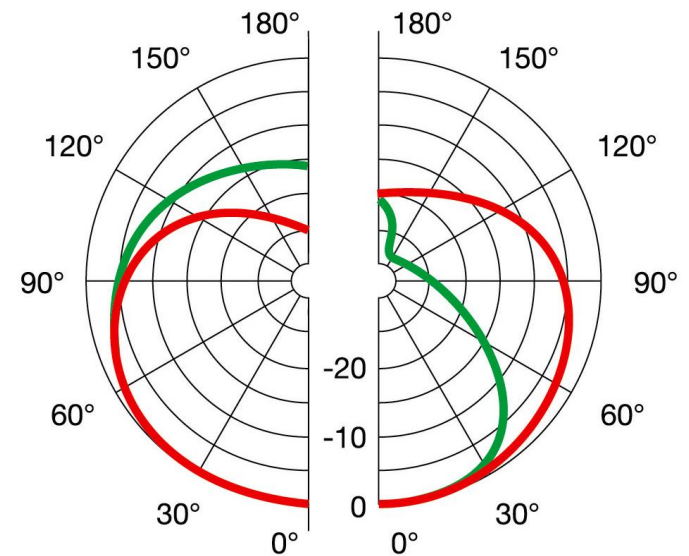
## 12.4. Klasyfikacja mikrofonów

- Kształty charakterystyk kierunkowości mikrofonów
  - w znacznym stopniu zależą od częstotliwości,
  - charakterystyki kierunkowości mikrofonu studyjnego:

dla trybu wszechkierunkowego



dla trybu kardioidalnego



# 12. Mikrofony

## 12.4. Klasyfikacja mikrofonów

- W zależności od zastosowania i związanego z tym sposobu mocowania:
  - do trzymania (*ang. handheld*),
  - do montażu na statywie (*ang. stand-mounting*),
  - miniaturowe
    - „krawatowe” (*ang. lavalier*),
    - nagłowne (*ang. head-worn*),
    - uniwersalne,
  - do montowania na instrumentach,
  - do montażu na powierzchniach odbijających (*ang. boundary*) - PZM (Pressure Zone Microphone), PCC (Phase Coherent Cardioid),
  - stołowe (pulpity),
  - mikrofony do nagrań douszne,
  - mikrofony paraboliczne,
  - inne.
- Poniżej najczęściej stosowane w systemach elektroakustycznych.

# 12. Mikrofony

## 12.4. Klasyfikacja mikrofonów

- do trzymania (*ang. handheld*),
  - najpopularniejsze mikrofony w zastosowaniach scenicznych/koncertowych - głównie jako tzw. mikrofony wokalne,
  - konstrukcyjnie przystosowane do trzymania w dłoni,
  - w razie potrzeby można je zamocować w statywie do specjalnego uchwytu (*ang. microphone clamp* lub *stand adapter*),
  - konstruowane tak, aby były jak najbardziej odporne na wstrząsy i wibracje,
  - najczęściej posiadają:
    - zintegrowane osłony zabezpieczające przed szumami od wiatru i efektem „pop”,
    - dodatkową twardą siatkę zabezpieczającą,
    - zabezpieczenia antywibracyjne.

# 12. Mikrofony

## 12.4. Klasyfikacja mikrofonów

- do trzymania (*ang. handheld*),



# 12. Mikrofony

## 12.4. Klasyfikacja mikrofonów

- do trzymania (*ang. handheld*),
  - uchwyt mikrofonowy do statywu (*ang. microphone clamp lub stand adapter*)



# 12. Mikrofony

## 12.4. Klasyfikacja mikrofonów

- do montażu na statywie
  - najczęściej studyjne mikrofony nagraniowe,
  - możliwości mocowania na statywie:
    - bezpośrednio,
    - za pośrednictwem specjalnych uchwytów zabezpieczających przed wstrząsami (*ang. shock mount*)
  - konstrukcja statywów mikrofonowych:
    - w zależności od przeznaczenia bardzo zróżnicowana,
    - wysokość (od kilkudziesięciu cm do ponad 10 m).

# 12. Mikrofony

## 12.4. Klasyfikacja mikrofonów

- do montażu na statywie



# 12. Mikrofony

## 12.4. Klasyfikacja mikrofonów

- Mikrofony miniaturowe do przetwarzania głosu
  - średnica najmniejszych 1/10",
  - możliwość montowania:
    - krawatowe (lavalier)
      - przystosowane do noszenia na szyi,
      - do przypinania na elementy garderoby,
    - nagłowne,
    - uniwersalne (sposób montażu uzależniony od akcesoriów).



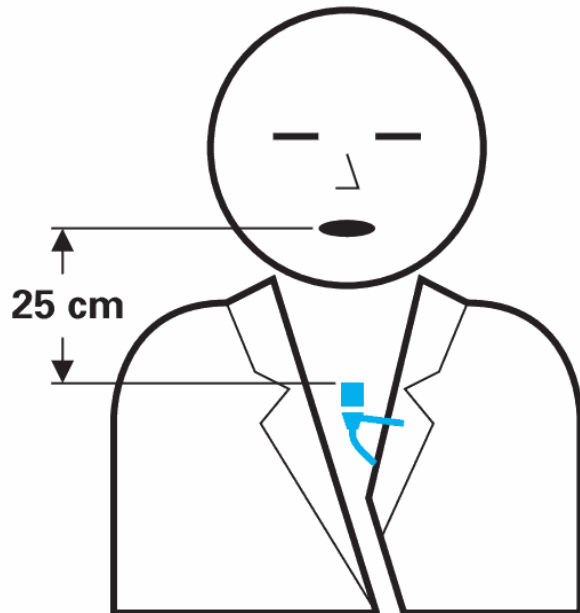


# 12. Mikrofony

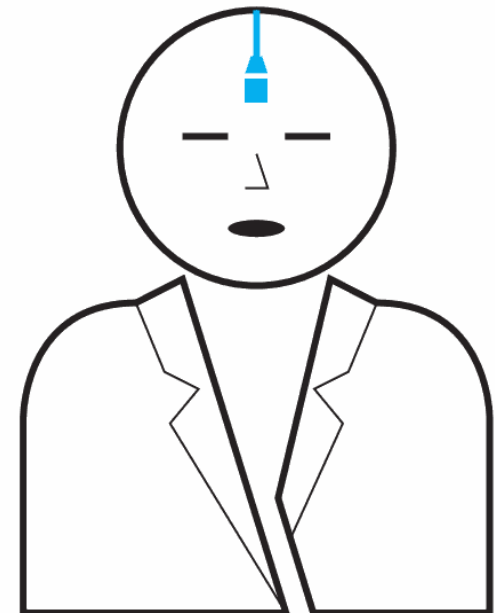
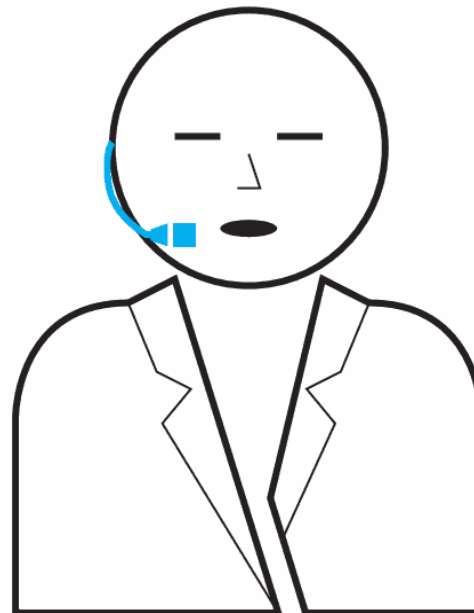
## 12.4. Klasyfikacja mikrofonów

- Mikrofony miniaturowe do przetwarzania głosu – możliwość montowania:

krawatowe (lavalier)



nagłowne



# 12. Mikrofony

## 12.4. Klasyfikacja mikrofonów

- Mikrofony miniaturowe  
– nagłowne,



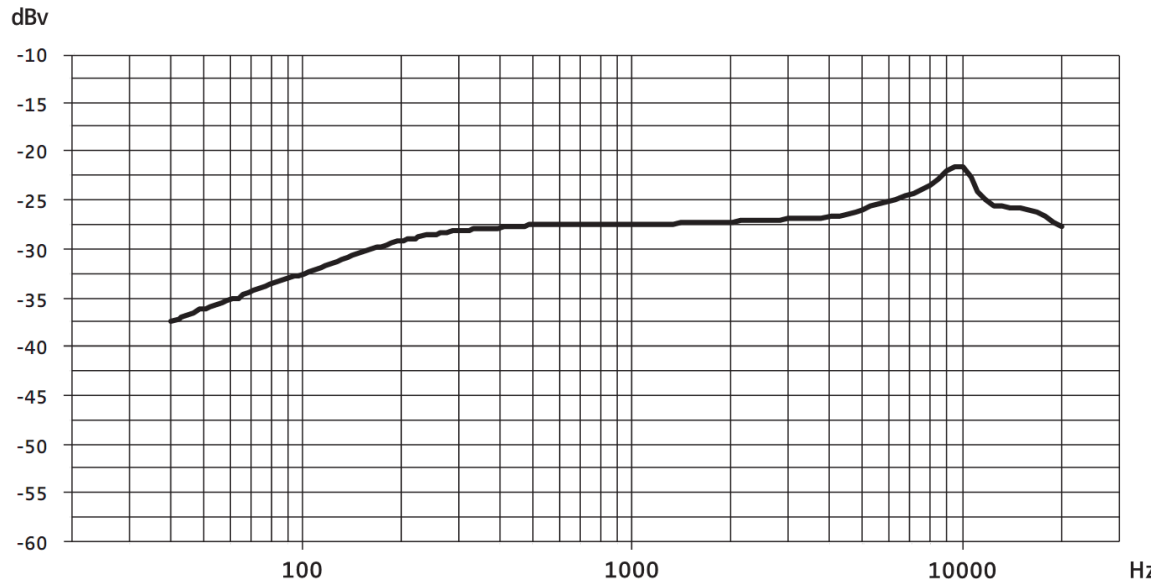
# 12. Mikrofony

## 12.4. Klasyfikacja mikrofonów

- Mikrofony miniaturowe

- Charakterystyki częstotliwościowe mikrofonów typowo krawatowych:

- uwypuklona charakterystyka częstotliwościowa w zakresie dużych częstotliwości,
- kompensacja pozaosiowego usytuowania źródła dźwięku,
- nie należy ich wykorzystywać do innych sposobów montażu.



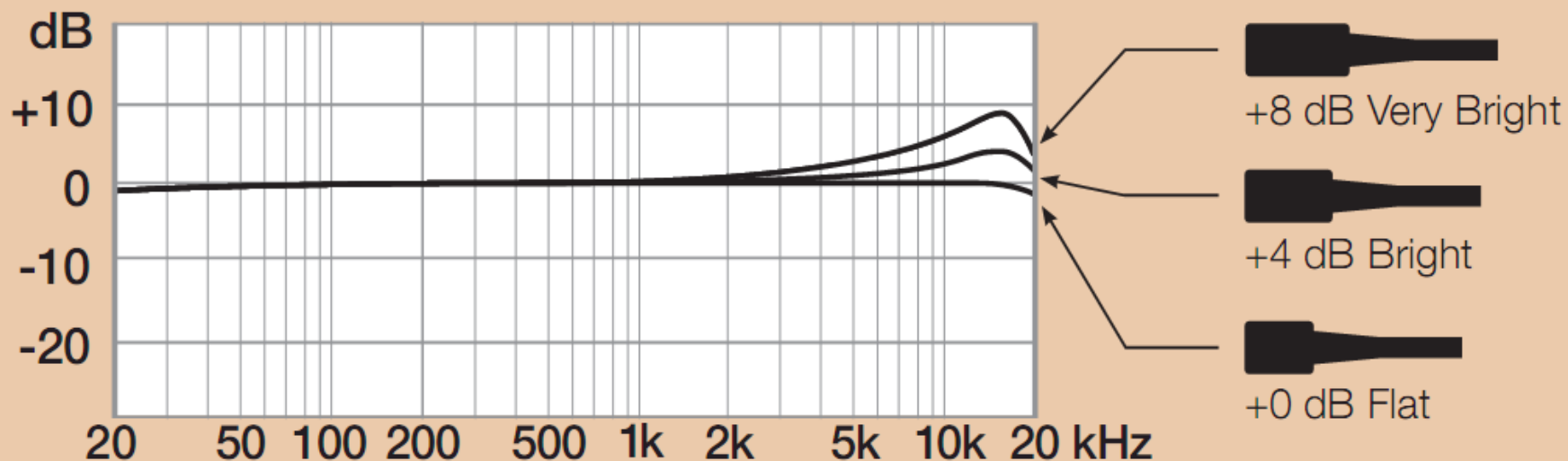
# 12. Mikrofony

## 12.4. Klasyfikacja mikrofonów

- Mikrofony miniaturowe

- Charakterystyki częstotliwościowe cd.:

- niektórzy producenci (np. Countryman) dostarczają do swoich mikrofonów różne wersje osłon ochronnych, które w zróżnicowany sposób wpływają na charakterystykę częstotliwościową.



# 12. Mikrofony

## 12.4. Klasyfikacja mikrofonów

- Mikrofony typowo nagłowne:
  - stosowane w sytuacjach gdzie istotne jest stabilne utrzymywanie mikrofonu w stosunku do ust,
  - najczęściej są to mikrofony jednokierunkowe,
  - projektowane dla określonego usytuowania w stosunku do ust,
  - w związku z powyższym zazwyczaj lepsza jakość dźwięku niż mikrofony krawatowe (np. lepsza separacja od otoczenia akustycznego),
  - w wielu zastosowaniach stanowią całość wraz ze słuchawkami (*ang. headset*)



# 12. Mikrofony

## 12.4. Klasyfikacja mikrofonów

- Mikrofony do montowania na instrumentach dzieli się na dwie grupy:
  - do przetwarzania dźwięków powietrznych,
  - do przetwarzania dźwięków materiałowych (*ang. contact pickup*).
- Do przetwarzania dźwięków powietrznych z instrumentów:
  - mikrofony miniaturowe,
  - najczęściej mikrofony pojemnościowe o bardzo dobrej jakości wyposażone w odpowiednie akcesoria umożliwiające ich montaż na różnego rodzaju instrumentach.

# 12. Mikrofony

## 12.4. Klasyfikacja mikrofonów

- Mikrofony do montowania na instrumentach



# 12. Mikrofony

## 12.4. Klasyfikacja mikrofonów

- Do przetwarzania dźwięków materiałowych
  - najczęściej specjalistyczne przetworniki piezoelektryczne, rzadziej dynamiczne,
  - konstrukcje bardzo zróżnicowane w zależności od instrumentu do którego są przeznaczone.





# 12. Mikrofony

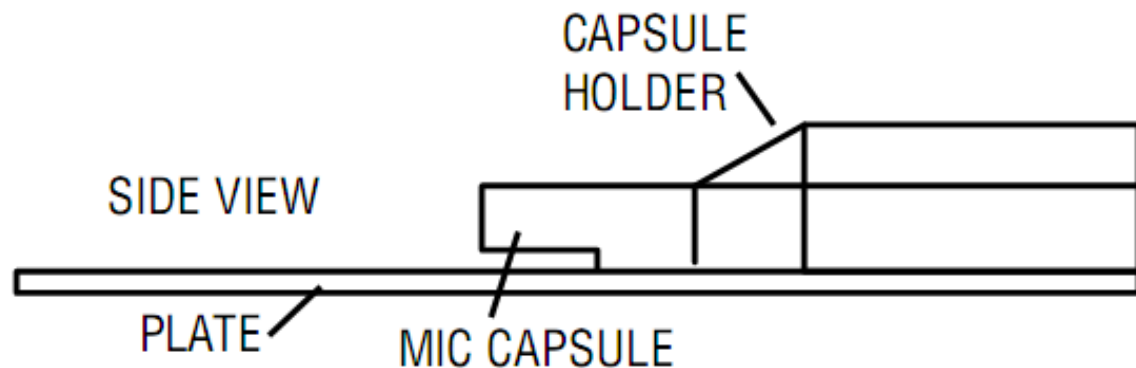
## 12.4. Klasyfikacja mikrofonów

- Mikrofony do montażu na powierzchniach odbijających:
  - stosowane w sytuacjach, kiedy zauważalne jest zjawisko filtru grzebieniowego,
  - wyróżnia się dwie podstawowe grupy tych mikrofonów:
    - PZM,
    - PZC,

# 12. Mikrofony

## 12.4. Klasyfikacja mikrofonów

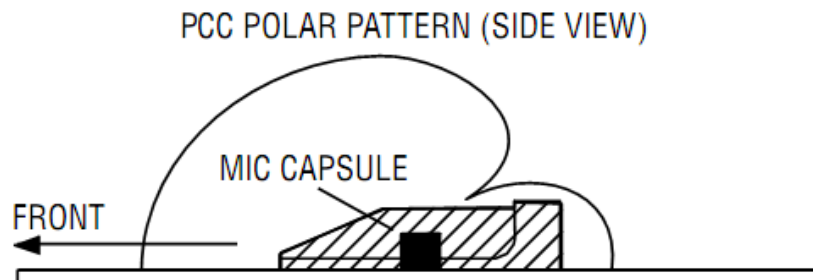
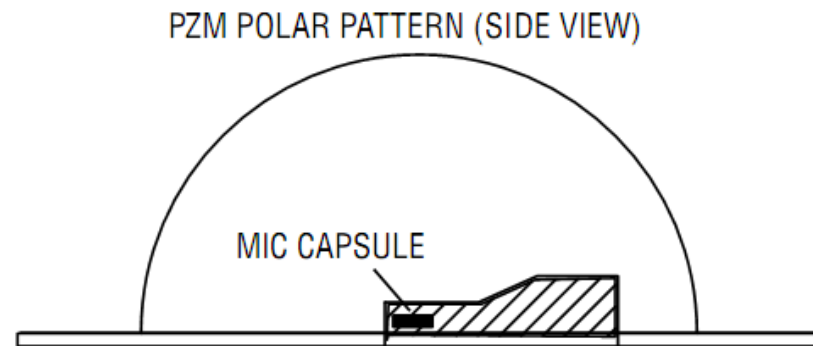
- mikrofony PZM - wykorzystują miniaturowe przetworniki pojemnościowe, których membrana usytuowana jest równoległe do powierzchni odbijającej, na której są montowane



# 12. Mikrofony

## 12.4. Klasyfikacja mikrofonów

- w rozwiązaniu tym opóźnienie między dźwiękiem bezpośrednim i odbitym jest tak małe, że praktycznie nie wprowadza przesunięć fazowych w użytecznym zakresie częstotliwości,
- mikrofony PCC różnią się nieco od mikrofonów PZM - między innymi wykorzystują przetwornik o charakterystyce superkardioidalnej.



# 12. Mikrofony

## 12.4. Klasyfikacja mikrofonów

- W zależności od liczby kanałów mikrofony można podzielić na:
  - jednokanałowe,
  - dwukanałowe (stereofoniczne),
  - wielokanałowe.
- Niektórzy producenci do celów tzw. stereofonicznych zdjęć mikrofonowych dostarczają odpowiednie zestawy mikrofonów monofonicznych, wraz z odpowiednimi akcesoriami

# 12. Mikrofony

## 12.4. Klasyfikacja mikrofonów



# 12. Mikrofony

## 12.4. Klasyfikacja mikrofonów

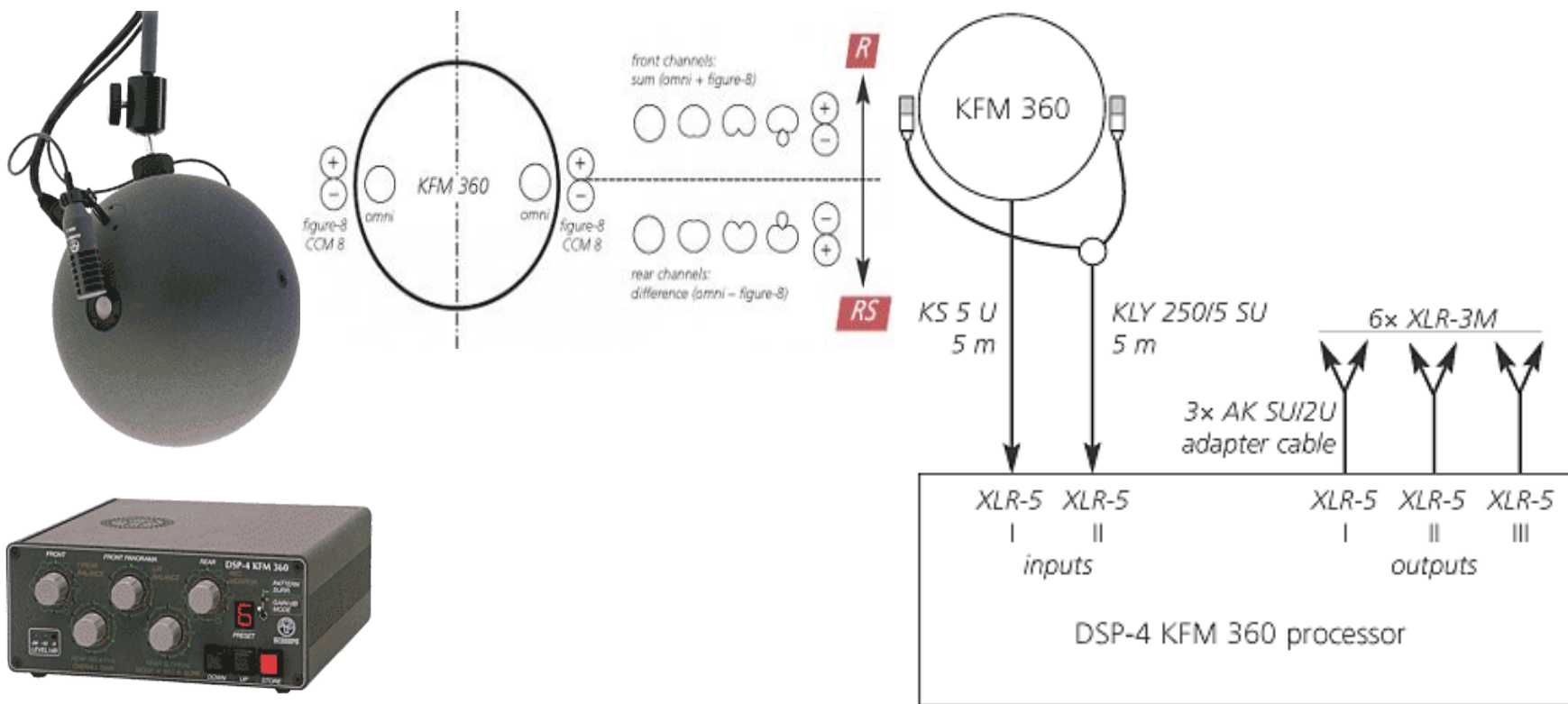
- Do zdjęć w technikach XY lub MS konstruuje się specjalne mikrofony stereofoniczne, które często umożliwiają pracę w obu tych technikach



# 12. Mikrofony

## 12.4. Klasyfikacja mikrofonów

- Systemy mikrofonowe umożliwiające bezpośrednie wykonywanie zdjęć mikrofonowych np. w systemie 5.1,
- współpracują z dedykowanymi procesorami.



# 12. Mikrofony

## 12.4. Klasyfikacja mikrofonów

- Przedwzmacniacze do mikrofonów pojemnościowych:
  - z tranzystorami J-FET,
  - z lampami elektronowymi:
    - głównie w mikrofonach studyjnych,
    - wymagają specjalnych układów zasilających.





# 12. Mikrofony

## 12.5. Zasilanie mikrofonów

- Zasilanie wymagane w:
  - mikrofonach mających wbudowane przedwzmacniacze,
  - i/lub wymagające polaryzacji,
  - (przede wszystkim mikrofony pojemnościowe),
- w praktyce stosowanych jest kilka sposobów zasilania mikrofonów opisanych między innymi w normie PN-EN 61938,
- najpowszechniej stosowany w profesjonalnych systemach elektroakustycznych sposób - tzw. „fantom” (*ang. phantom*),
- formalna nazwa w normie – mostkowy system zasilania.



# 12. Mikrofony

## 12.5. Zasilanie mikrofonów

- Większość przedwzmacniaczy w mikrofonach pojemnościowych może pracować z napięciami zasilającymi z zakresu od 9 do 52 V,
- typowe wartości napięcia określone w PN-EN 61938:

Napięcie zasilania U	12 V ± 1 V	24 V ± 4 V	48 V ± 4 V
Maksymalny prąd zasilania I	15 mA	10 mA	10 mA
R1 i R2 (wartości typowe)	680 Ω	1,2 kΩ	6,8 kΩ
Uwaga! Urządzenia zasilane poprzez rezystory 1,2 kΩ nie są kompatybilne z niektórymi typami mikrofonów o napięciu zasilania 12 V. Mikrofony takie wymagają rezystorów o wartości co najmniej 2,4 kΩ przy napięciu zasilania 24 V.			

- najpopularniejsza wartość stosowana w praktyce: 48 V,
- norma zaleca stosowanie systemu 24 V,
- na mikrofonach powinno się podawać wartość napięcia zasilającego poprzez dodanie odpowiedniej wartości do litery P (np. P48),
- w systemie zasilania mostkowego nie należy dołączać ani odłączać mikrofonów pojemnościowych przy włączonym zasilaniu,
- jeśli to możliwe nie należy też załączać zasilania mostkowego, gdy mikrofon ma własne zasilanie.

# 12. Mikrofony

## 12.5. Zasilanie mikrofonów

- Inne sposoby zasilania mikrofonów:
  - zasilanie mikrofonów elektretowych oddzielnym przewodem (napięcie zasilania 1,5 - 12 V),
  - system zasilania A-B:
    - zasilanie napięciem 12 V,
    - „+” do pinu 2,
    - „-” do pinu 3,
  - system zasilania DPP (*ang. digital phantom power*) stosowany do zasilania mikrofonów „cyfrowych” (z wbudowanym przetwornikiem A/C) – norma AES 42,
  - dedykowane zasilacze do mikrofonów lampowych,
  - zasilanie mikrofonów pomiarowych (różne warianty, np. 200 V lub ICP).

# 12. Mikrofony

## 12.6. Mikrofony bezprzewodowe

- Mikrofon bezprzewodowy - mikrofon współpracujący z odpowiednim systemem radiowym.
- Transmisja:
  - analogowa (najpopularniejsza),
  - cyfrowa:
    - mało popularne,
    - szereg zalet charakterystycznych dla systemów cyfrowych,
    - poza jakościowymi, np. możliwość szyfrowania sygnału.

# 12. Mikrofony

## 12.6. Mikrofony bezprzewodowe

- Transmisja radiowa możliwa w czterech pasmach:
  1. VHF low band - 25 – 50 MHz i 72 – 76 MHz,
  2. FM - 88 – 108 MHz,
  3. VHF high band - 150 – 216 MHz,
  4. UHF - 470 – 746 MHz i 902 – 952 MHz.
- VHF low band i FM - tylko w najtańszych rozwiązaniach,
- VHF high band – kilkanaście lat temu nawet w urządzeniach wyższej klasy,
- UHF - aktualnie wszystkie systemy renomowanych producentów.

# 12. Mikrofony

## 12.6. Mikrofony bezprzewodowe

### **1122**

#### **ROZPORZĄDZENIE MINISTRA INFRASTRUKTURY<sup>1)</sup>**

z dnia 19 sierpnia 2011 r.

**zmieniające rozporządzenie w sprawie urządzeń radiowych nadawczych lub nadawczo-odbiorczych,  
które mogą być używane bez pozwolenia radiowego**

# 12. Mikrofony

## 12.6. Mikrofony bezprzewodowe

„Aneks nr 10

Mikrofony bezprzewodowe i urządzenia wspomagające słuch

Poz.	Zakres częstotliwości	Maksymalna moc promieniowana lub maksymalne natężenie pola magnetycznego w odległości 10 m	Odstęp sąsiednio-kanałowy	Aktywność nadajnika	Uwagi
1.	29,7–47,0 MHz	10 mW e.r.p.	50 kHz	≤ 100%	Podzakres 40,66–40,70 MHz przeznaczony jest również dla urządzeń ISM. Urządzenia pracujące w tym podzakresie muszą zaakceptować szkodliwe zakłócenia, jakich mogą doznać podczas pracy urządzeń ISM. Zakres jest przeznaczony dla urządzeń z dostrajaniem zakresu pracy. Dotyczy urządzeń spełniających wymagania określone w normach przenoszących normę ETSI EN 300 422.
2.	863–865 MHz	10 mW e.r.p.	200 kHz	≤ 100%	W przypadku systemów analogowych maksymalna zajmowana szerokość pasma nie powinna przekraczać 300 kHz. Dotyczy urządzeń spełniających wymagania określone w normach przenoszących normy ETSI EN 300 422 i ETSI EN 301 357.



# 12. Mikrofony

## 12.6. Mikrofony bezprzewodowe

3.	174—216 MHz	10 mW e.r.p. lub 50 mW e.r.p.	200 kHz	≤ 100%	Zakres jest przeznaczony dla urządzeń z dostrajaniem zakresu pracy, wyłącznie do zastosowań profesjonalnych. Wartość 50 mW e.r.p. jest dopuszczalna wyłącznie dla mikrofonów przypinanych. Dotyczy urządzeń spełniających wymagania określone w normach przenoszących normę ETSI EN 300 422.
4.	470—862 MHz	10 mW e.r.p. lub 50 mW e.r.p.	200 kHz	≤ 100%	Zakres jest przeznaczony dla urządzeń z dostrajaniem zakresu pracy, wyłącznie do zastosowań profesjonalnych. Wartość 50 mW e.r.p. jest dopuszczalna wyłącznie dla mikrofonów przypinanych. Dotyczy urządzeń spełniających wymagania określone w normach przenoszących normę ETSI EN 300 422.
5.	1785—1795 MHz	20 mW e.i.r.p. lub 50 mW e.i.r.p.	[—]	≤ 100%	Zakres jest przeznaczony wyłącznie do zastosowań profesjonalnych. Wartość 50 mW e.r.p. jest dopuszczalna wyłącznie dla mikrofonów przypinanych. Dotyczy urządzeń spełniających wymagania określone w normach przenoszących normę ETSI EN 301 840.

# 12. Mikrofony

## 12.6. Mikrofony bezprzewodowe

6.	1795—1800 MHz	20 mW e.i.r.p. lub 50 mW e.i.r.p.	[—]	≤ 100%	Wartość 50 mW e.r.p. jest dopuszczalna wyłącznie dla mikrofonów przypinanych. Dotyczy urządzeń spełniających wymagania określone w normach przenoszących normę ETSI EN 301 840.
7.	169,400—169,475 MHz	10 mW e.r.p.	max 50 kHz	≤ 100%	Zakres jest przeznaczony bez wyjątku dla urządzeń wspomagających słuch. Dotyczy urządzeń spełniających wymagania określone w normach przenoszących normę ETSI EN 300 422.
8.	169,4875—169,5875 MHz	10 mW e.r.p.	max 50 kHz	≤ 100%	Zakres jest przeznaczony wyłącznie dla urządzeń wspomagających słuch. Dotyczy urządzeń spełniających wymagania określone w normach przenoszących normę ETSI EN 300 422.”

# 12. Mikrofony

## 12.6. Mikrofony bezprzewodowe

- Nadajniki - trzy podstawowe wersje:
  - do trzymania w dłoni (*ang. hand held*) - rys. a,
  - kieszonkowe (*ang. bodypack, belt pack, pocket*) - rys. b,
  - bezpośrednio nakładane na mikrofon (*ang. plug on*) - rys. c.

a)



b)



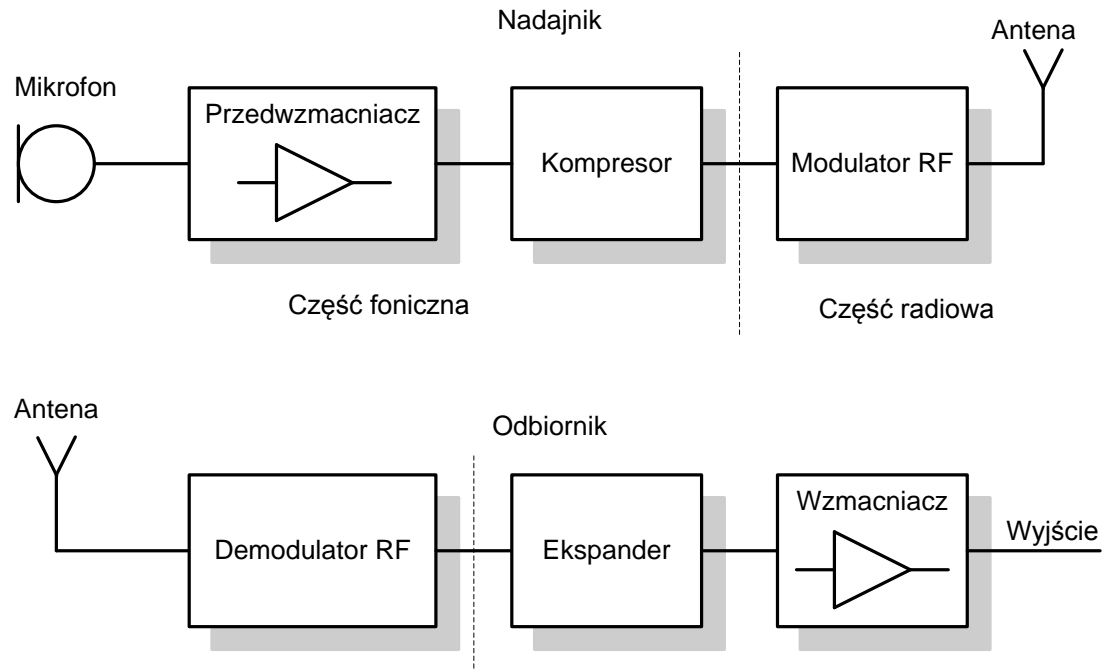
c)



# 12. Mikrofony

## 12.6. Mikrofony bezprzewodowe

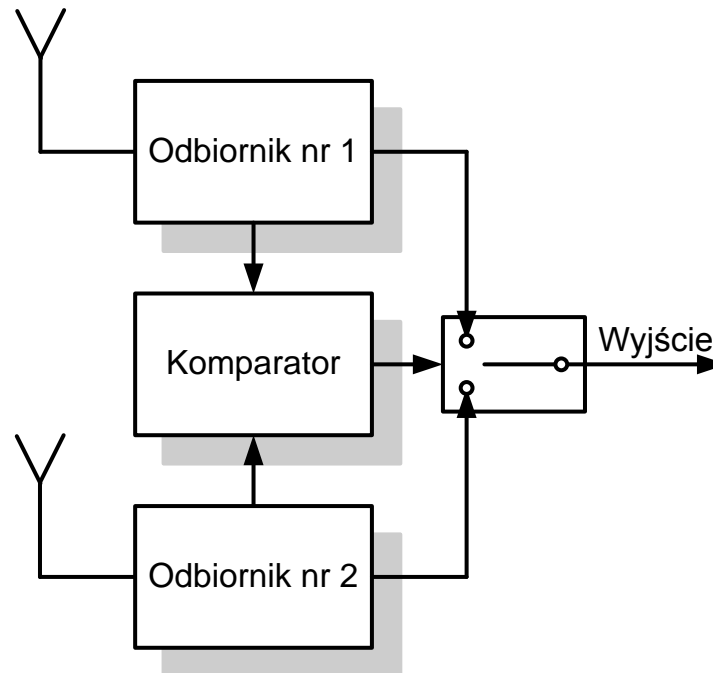
- Problemem transmisji radiowej - ograniczona dynamika kanału radiowego,
  - aby zapewnić dużą dynamikę – system komparatorowy:
    - po stronie nadawczej przed modulatorem RF wbudowany jest kompresor,
    - po stronie odbiorczej po demodulatorze kompatybilny z nim ekspander.
  - W systemach transmisji cyfrowej, stosowanie układu komparatorowego nie jest konieczne.



# 12. Mikrofony

## 12.6. Mikrofony bezprzewodowe

- Transmisja sygnału radiowego między nadajnikiem i odbiornikiem - problemy z odbiciami
  - w wyniku - zjawisko wygaszania się sygnału radiowego dla opóźnień odpowiadających przesunięciu fazy o  $180^\circ$ ,
  - rozwiązaniem problemu - tzw. systemy diversity.



# 12. Mikrofony

## 12.6. Mikrofony bezprzewodowe



Odbiornik diversity



# 12. Mikrofony

## 12.6. Mikrofony bezprzewodowe

- Anteny:
  - w prostych systemach - mocowane bezpośrednio na odbiornikach,
  - w przypadku stosowania dużej liczby kanałów bezprzewodowych i/lub w rozległych obiektach:
    - specjalne anteny rozmieszczone w obiekcie,
    - opcjonalne wzmocnienie RF,
    - rozdzielenie na poszczególne odbiorniki – za pomocą rozdzielacza(y) sygnału (*ang. splitters*).

# 12. Mikrofony

## 12.6. Mikrofony bezprzewodowe

Antena do systemu bezprzewodowego



Wzmacniacz antenowy





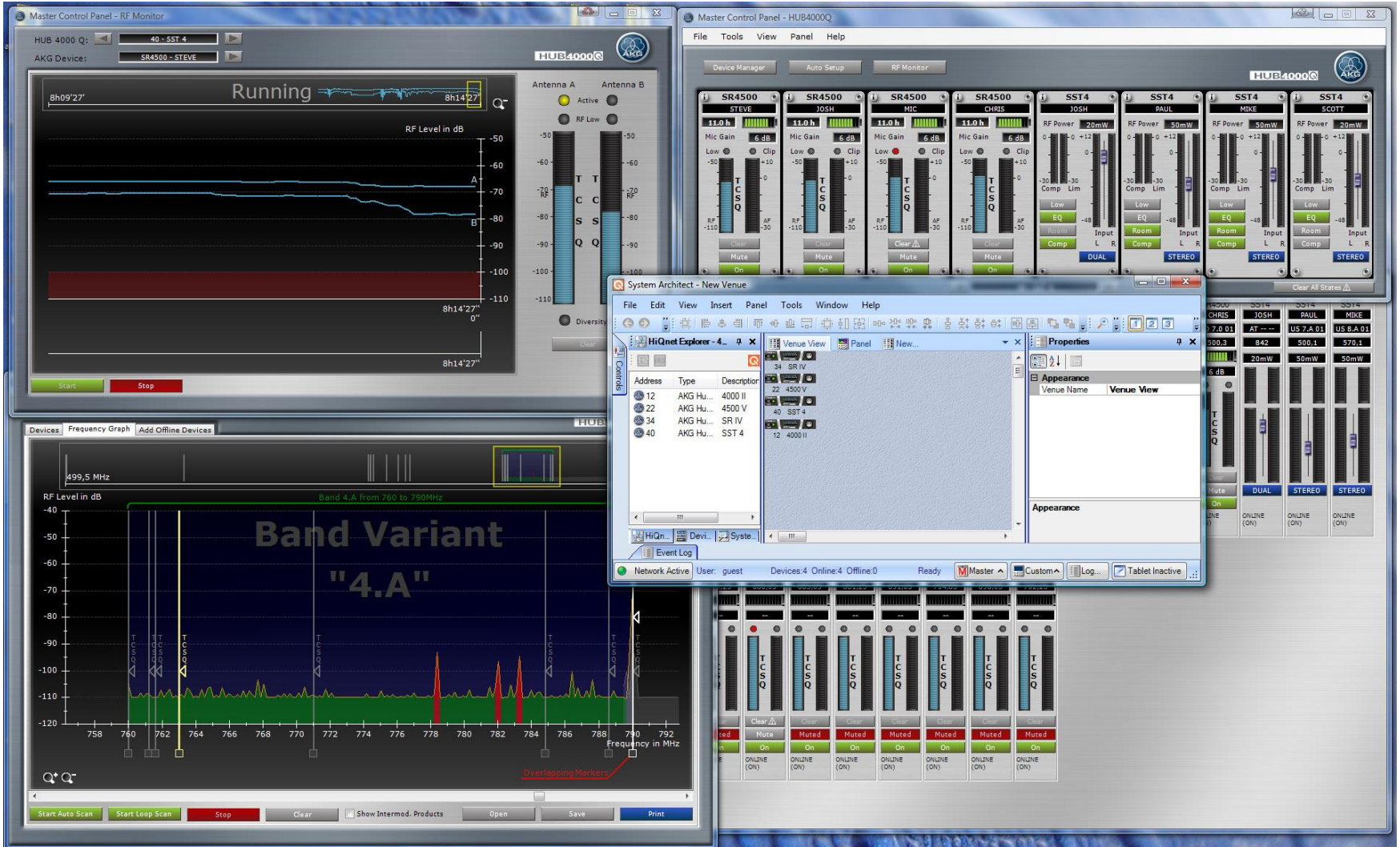
# 12. Mikrofony

## 12.6. Mikrofony bezprzewodowe

- Kryteria doboru systemu bezprzewodowego:
  - parametry elektroakustyczne,
  - rozwiązania techniczne i jego możliwości funkcjonalne, np.:
    - liczba możliwych do wyboru kanałów transmisyjnych, :
      - równoczesne korzystanie z wielu mikrofonów bezprzewodowych w obiekcie,
      - wybór kanału, w którym występuje stosunkowo mało zakłóceń w danym miejscu,
    - nadajnik - zasilanie bateryjne - przydatna funkcja - możliwość kontroli stanu jej naładowania po stronie odbiorczej,
    - możliwość współpracy z komputerem,
    - możliwość automatycznego skanowania częstotliwości.

# 12. Mikrofony

## 12.6. Mikrofony bezprzewodowe



## 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

- Specyfikowane parametry i zasady ich pomiarów dla wzmacniaczy - PN-EN 60268-3
- Większość parametrów wzmacniaczy - typowe
- Wyjątki - wzmacniacze mocy
- Miksery brak oddzielnej normy - praktycznie również PN-EN 60268-3

# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

- Klasyfikacja - realizowane funkcje:
  - przedwzmacniacze,
  - wzmacniacze mocy,
  - wzmacniacze zintegrowane.
- Klasyfikacja - elementy wzmacniające:
  - elementy półprzewodnikowe,
  - lampy elektronowe,
  - układy hybrydowe.
- Elementy półprzewodnikowe:
  - tranzystory,
  - wzmacniacze operacyjne,
  - specjalizowane układy scalone.

# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

## 13.1. Przedwzmacniacze

- Przedwzmacniacze - realizowane funkcje:
  - wzmocnienie napięciowe,
  - dopasowanie impedancji,
  - korekcja charakterystyki częstotliwościowej.
- Przykład wzmacniacza napięciowego - wzmacniacz mikrofonowy - wzmocnienie regulowane w zakresie 20-60 dB.

# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

## 13.1. Przedwzmacniacze

Lampowy,  
czterokanałowy  
przedwzmacniacz  
mikrofonowy



# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

## 13.1. Przedwzmacniacze

- Przykład przedwzmacniacza realizującego funkcję przetwornika impedancji - przedwzmacniacz wbudowany w mikrofon pojemnościowy.
- Bardzo duża impedancja wejściowa ( $G\Omega$ )
- Impedancja wyjściowa 50 – 200  $\Omega$
- Umieszczany bardzo blisko przetwornika (najczęściej w tej samej obudowie).



# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

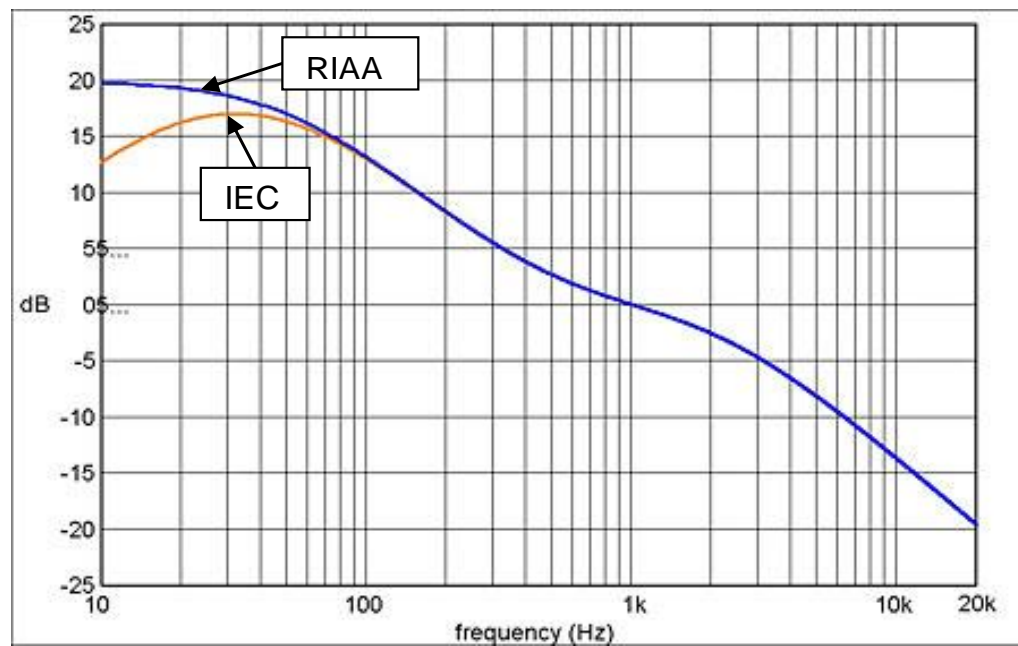
## 13.1. Przedwzmacniacze

- Przykład przedwzmacniacza korekcyjnego - przedwzmacniacz do wkładek gramofonowych MM i MC.
- Nieliniowa charakterystyka częstotliwościowa:
  - przetworniki prędkościowe - siła elektromotoryczna proporcjonalna do częstotliwości,
  - charakterystyka częstotliwościowa modyfikowana w procesie tworzenia płyty.
- Uzyskanie wyrównanej charakterystyki częstotliwościowej - zastosowanie układu o charakterystyce odwrotnej.
- Charakterystyka znormalizowana:
  - RIAA,
  - IEC 60098 (RIAA + 7950  $\mu$ s  $\cong$  20 Hz 6 dB / oktawę).



# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

## 13.1. Przedwzmacniacze



Rys. 1. Charakterystyki korekcyjne wg. RIAA i IEC 60098.

# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

## 13.2. Wzmacniacze mocy

- Funkcja elektroakustycznego wzmacniacza mocy - zapewnienie odpowiedniej mocy sygnału na wyjściu.
- Obciążenie - urządzenie głośnikowe.
- Wzmacniacze - typowy układ elektroniczny – projektowanie kursy związane z układami elektronicznymi.
- Ogólny podział ze względu na zasadę działania:
  - liniowe,
  - impulsowe (*ang. switching*).

# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

## 13.2. Wzmacniacze mocy

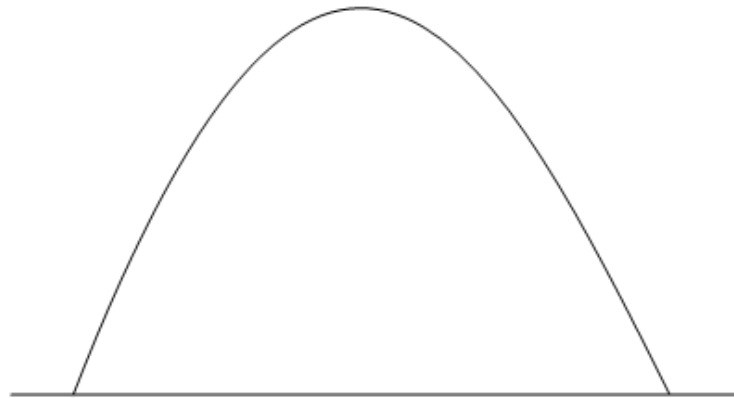
- Wzmacniacze liniowe - stopień końcowy oddaje na wyjście energię sygnału zasilającego proporcjonalnie do amplitudy sygnału wejściowego.
- Wzmacniacze impulsowe:
  - modulacja szerokości impulsów (PWM – ang. Pulse Width Modulation),
  - sygnał wejściowy moduluje ciąg impulsów prostokątnych wytwarzanych w stopniu końcowym,
  - impulsy po procesie filtracji dolnoprzepustowej doprowadzane są do urządzenia głośnikowego.

# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

## 13.2. Wzmacniacze mocy

- modulacja szerokości impulsów (PWM – ang. Pulse Width Modulation),

**Analog  
Signal**



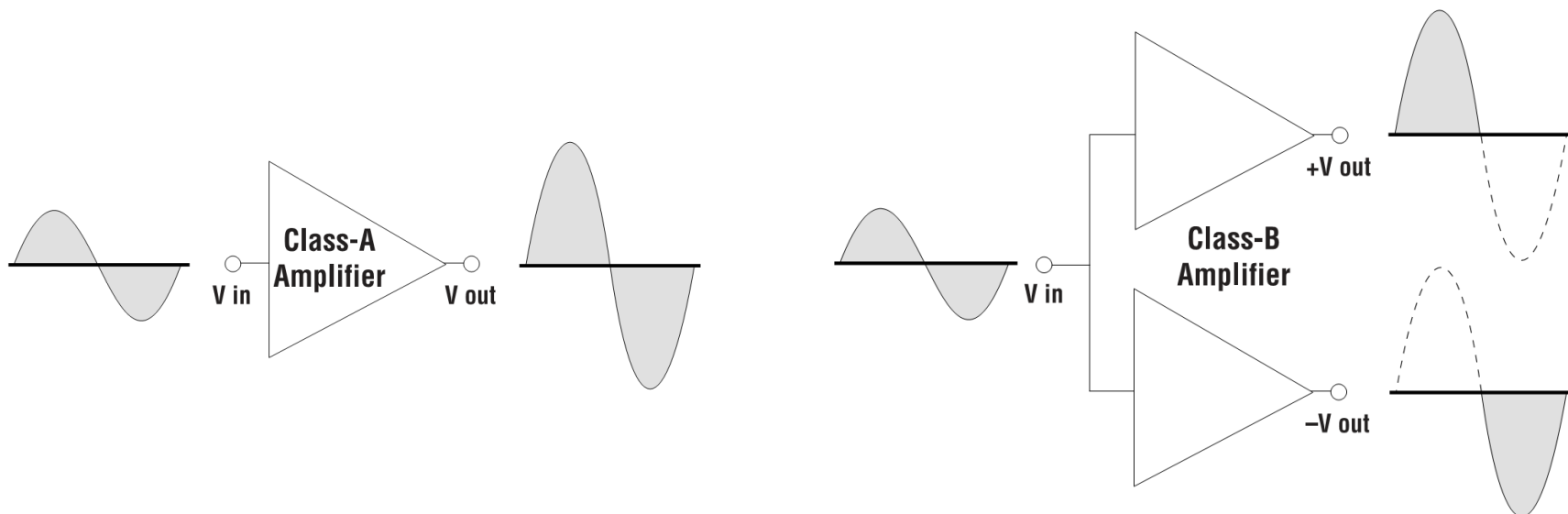
**PWM  
Sample**



# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

## 13.2. Wzmacniacze mocy

- Liniowe wzmacniacze elektroakustyczne dwie podstawowe klasy:
  - A – pojedynczy stopień -  $360^\circ$ ,
  - B - pojedynczy stopień -  $180^\circ$  - konieczne stosowanie konstrukcji w układzie przeciwsobnym.
- Wzmacniacze impulsowe – klasa D.



# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

## 13.2. Wzmacniacze mocy

- Klasa pracy wpływ na:
  - zniekształcenia nieliniowe,
  - sprawność.
- Klasa A:
  - sprawność do 50 %,
  - bardzo małe zniekształcenia nieliniowe.
- Klasa B:
  - sprawność do 78,5 %,
  - zniekształcenia skrośne,
  - w praktyce nie stosowana.
- Klasa AB modyfikacja klasy B:
  - sprawność jak klasa B,
  - zniekształcenia nieliniowe zbliżone do klasy A.
- Klasa D:
  - sprawność blisko 100 %,
  - zniekształcenia nieliniowe wraz z rozwojem technologii coraz mniejsze.

# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

## 13.2. Wzmacniacze mocy

- Powyżej sprawności teoretyczne,
- W praktyce znacznie mniejsze:
  - sprawność układów zasilających,
  - praca z sygnałami o dużym współczynniku szczytu,
  - przy pracy z mocami rzędu  $1/8$  mocy znamionowej:
    - AB - 20 %,
    - D - 60 %.
- Inne oznaczenia klas (G, H, I) - dotyczą głównie szczegółów konstrukcyjnych,
  - np. w klasie H przełączane są wartości napięcia zasilającego w zależności od poziomu sygnału wejściowego.
- Możliwe jest tworzenie konstrukcji hybrydowych,
  - np. EEEngine firmy Yamaha - łączące klasę AB i D.

# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

## 13.2. Wzmacniacze mocy

- Zastosowania:
  - klasa A głównie w urządzeniach o małych mocach wyjściowych i bardzo wysokiej jakości,
  - typowe wzmacniacze profesjonalne o dużych mocach:
    - klasa AB,
    - dynamiczny rozwój wzmacniaczy w klasie D.



# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

## 13.2. Wzmacniacze mocy

- Klasyfikacja w zależności od sposobu obciążania:
  - niskoimpedancyjne,
  - stałonapięciowe.
- Wzmacniacze niskoimpedancyjne:
  - obciążane typowymi impedancjami urządzeń głośnikowych - 2, 4, 8, 16  $\Omega$ ,
  - szczególnie istotna minimalna wartość impedancji obciążenia,
    - możliwość uszkodzenia wzmacniacza,
  - dołączanie impedancji większych - mniejsza moc.

# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

## 13.2. Wzmacniacze mocy

- Wzmacniacze stałonapięciowe
  - moc znamionowa uzyskiwana przy ustalonych w danej części świata wartościach napięcia wyjściowego:
    - w Polsce: 100 V,
    - np. w USA: 70 V.
  - przeznaczone do współpracy z urządzeniami głośnikowymi z transformatorem na wejściu,
  - przekładnia transformatora 100 V :  $U_{wy}$ ,  $P_{wy} = U_{wy}^2 / R$ ,
  - zastosowanie:
    - przesyłanie sygnału na duże odległości - przesyłanie sygnału o większym napięciu mniejsze straty mocy na kablach,
    - równoległe dołączanie urządzeń głośnikowych do wyjścia wzmacniacza (suma mocy urządzeń głośnikowych dołączonych do wyjścia wzmacniacza nie może przekraczać jego mocy znamionowej),
    - systemy rozgłoszeniowe.

# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

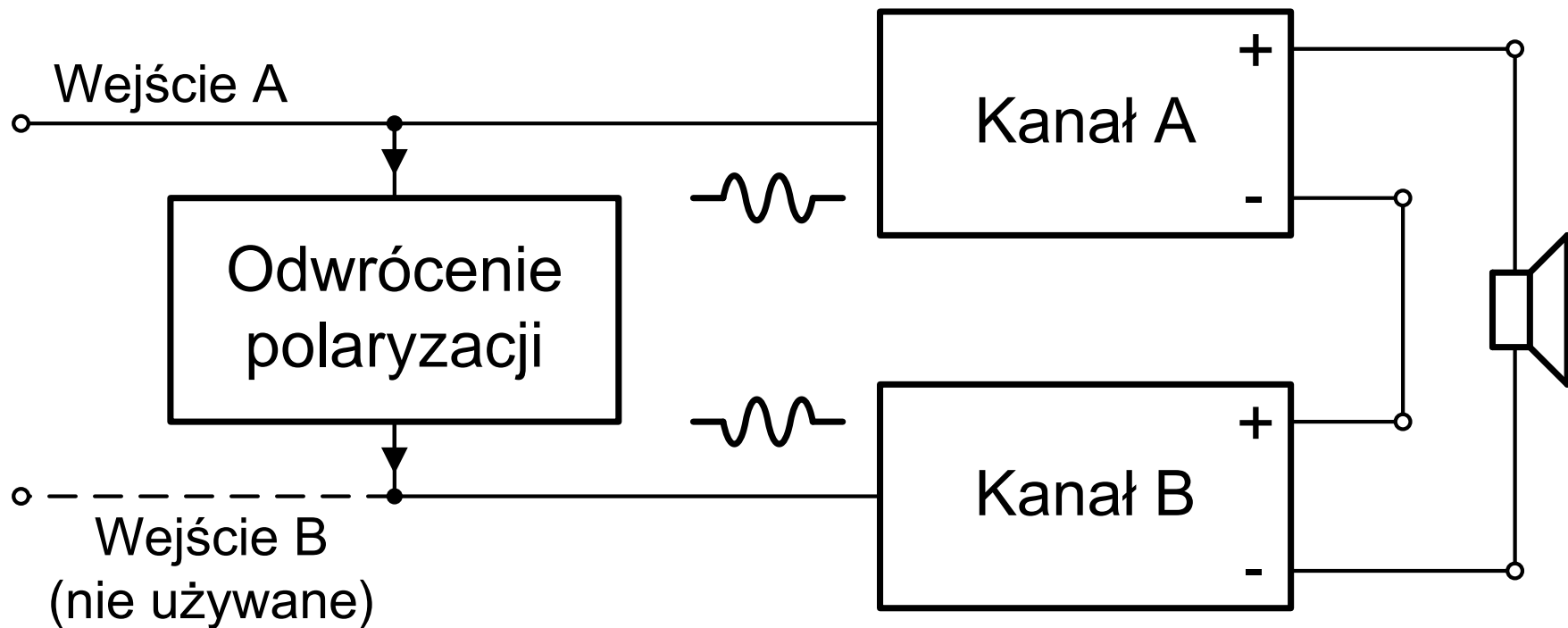
## 13.2. Wzmacniacze mocy

- W zależności od liczby kanałów wzmacniacze mocy można podzielić na:
  - jednokanałowe (monofoniczne),
  - dwukanałowe,
  - wielokanałowe.
- Wzmacniacze dwukanałowe
  - w jednej obudowie posiadają dwie końcówki mocy,
  - najczęściej moce znamionowe obu takie same,
  - końcówki o różnych mocach w jednej obudowie,
    - do zasilania urządzeń głośnikowych z aktywnymi zwrotnicami głośnikowymi,
    - różne zakresy częstotliwości wymagają zróżnicowanych mocy zasilających.
- Tryb mostkowy (*ang. bridge*),
  - profesjonalne wzmacniacze niskoimpedancyjne,
  - wykorzystanie dwóch końcówek do oddawania mocy na jedno wyjście,
  - dwukrotnie większa moc znamionowa na dwukrotnie większej impedancji obciążenia,
  - np. wzmacniacz o mocy znamionowej  $2 \times 400 \text{ W @ } 4 \Omega \rightarrow 800 \text{ W @ } 8 \Omega$ .

# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

## 13.2. Wzmacniacze mocy

- Układ mostkowy dwukanałowego wzmacniacza mocy



# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

## 13.2. Wzmacniacze mocy

- Parametry

- moc wyjściowa ograniczona zniekształceniami

- moc, którą wzmacniacz może oddać do obciążenia o określonej impedancji nie przekraczając określonej wartości THD,
    - dla wzmacniaczy niskoimpedancyjnych wartość podawana dla wartości impedancji obciążenia, z którymi urządzenie może pracować,
      - najczęściej 4 i 8  $\Omega$ ,
      - dla urządzeń profesjonalnych i samochodowych dodatkowo 2  $\Omega$ .
    - parametr wyznaczany za pomocą sygnału sinusoidalnego - współczynnik szczytu 3 dB,
    - dla sygnałów o większym współczynniku szczytu wartości mocy wyjściowej są mniejsze,
    - większość typowych parametrów wyznacza się w tzw. warunkach normalnych (- 10 dB w stosunku do znamionowych).

# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

## 13.2. Wzmacniacze mocy

- Krótkotrwała i długotrwała maksymalna moc wyjściowa
  - moce maksymalne, które wzmacniacz może oddać na znamionowej rezystancji obciążenia bez względu na nieliniowości,
  - moc krótkotrwałą określa się dla czasu 1 s od podania sygnału, którym są jednosekundowe impulsy tonalne lub szumowe,
  - moc długotrwałą określa się po jednej minucie od podania sygnału, którym jest sygnał szumowy o widmie symulującym normalny program dźwiękowy.

# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

## 13.2. Wzmacniacze mocy

- Damping factor
  - stosunek znamionowej impedancji obciążenia do impedancji wyjściowej wzmacniacza mocy,
  - wartość uzależniona od częstotliwości,
  - szczególnie istotna w zakresie małych częstotliwości 10 – 400 Hz,
  - wartości wynoszą od kilkudziesięciu do kilku tysięcy,
  - od wartości damping factor zależy zachowanie membrany głośnika,
  - membrana po pobudzeniu krótkim impulsem, w przypadku gdyby nie była obciążona małą rezystancją wyjściową wzmacniacza mogłaby wykonywać oscylacje, a tym samym generować niepożądany sygnał,
  - im większa wartość damping factor tym drgania membrany są lepiej kontrolowane.

# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

## 13.2. Wzmacniacze mocy

- Wzmacniacze mocy:
  - niezależne urządzenia,
  - element innych urządzeń np. aktywnych urządzeń głośnikowych.
- Zróżnicowane możliwości funkcjonalne uzależnione między innymi od przeznaczenia wzmacniacza
  - instalacje stałe,
  - systemy mobilne,
  - kinowe,
  - studyjne.
- Przeznaczenie wzmacniacza często wpływa też na jego parametry elektryczne.
  - np. wzmacniacze DSO - zawężone pasmo przenoszenia.
- Wzmacniacze przeznaczone do instalacji mobilnych (live)
  - przystosowane do trudniejszych warunków środowiska pracy,
  - np. odpowiednie filtry na układach wentylacyjnych.



# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

## 13.2. Wzmacniacze mocy

- Wzmacniacze profesjonalne
  - często duże moce wyjściowe (do kilku kW),
  - wymagają odpowiedniego chłodzenia,
  - we wzmacniaczach o dużych mocach - chłodzenie aktywne (z wykorzystaniem wentylatorów),
  - we wzmacniaczach o mniejszych mocach zdarzają się konstrukcje z chłodzeniem pasywnym (tylko radiator),
    - w przypadku kiedy wzmacniacze mają generować jak najmniejszy poziom hałasu,
  - w dużych systemach zazwyczaj instalowane w wydzielonych pomieszczeniach.

# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

## 13.2. Wzmacniacze mocy

- Typowe funkcje nawet najprostszych wzmacniaczy mocy to:
  - włącznik zasilania,
  - regulacja wzmocnienia (niezależny regulator dla każdego kanału),
  - wskaźnik wysterowania – najczęściej bardzo prosty np. dwie diody: „Signal” i „Clip”.
- Współczesne końcówki mocy wyższej klasy:
  - cyfrowe wejścia foniczne,
  - wbudowane moduły DSP,
  - możliwość zarządzania urządzeniem z poziomu komputera.

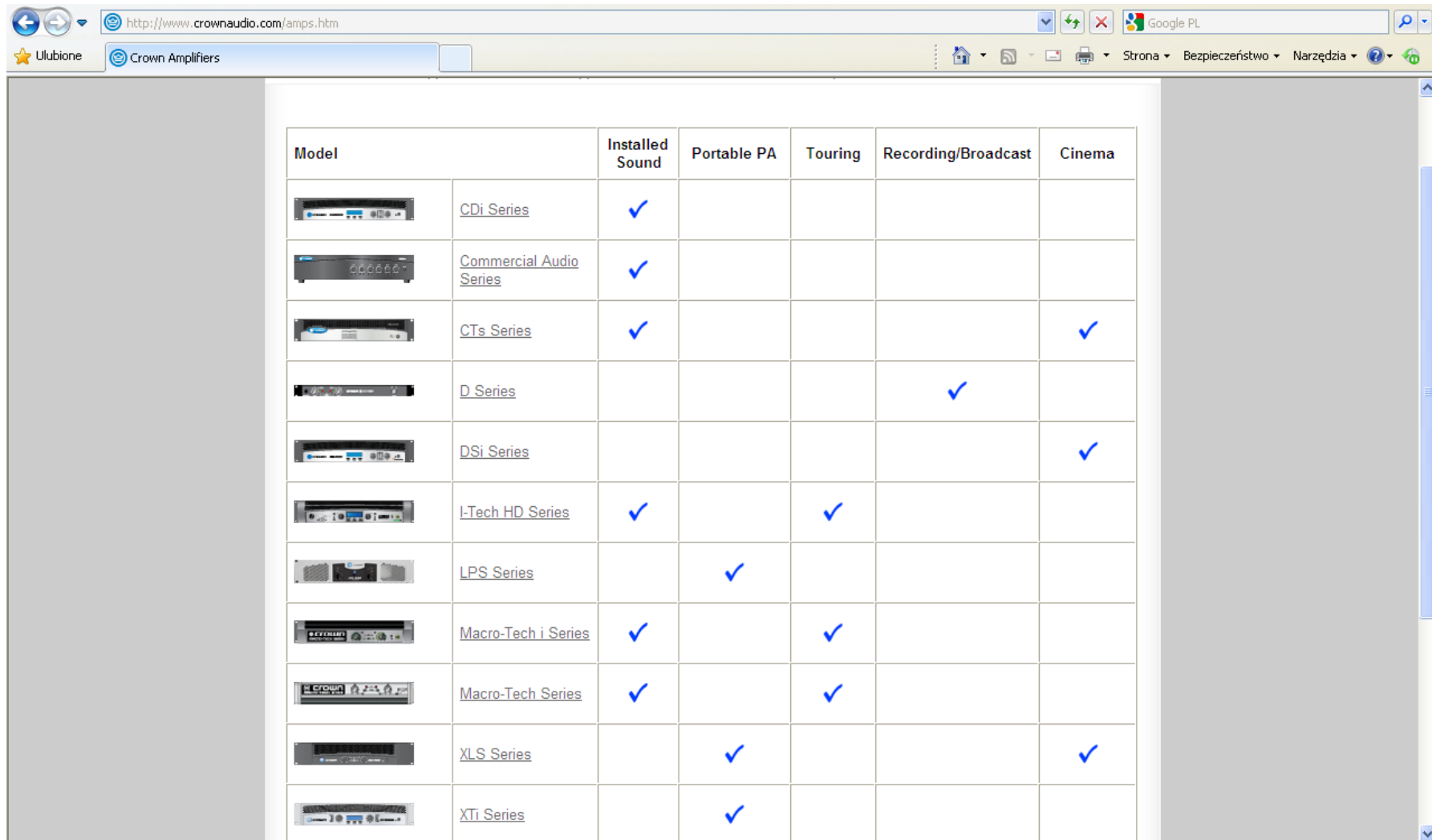
# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne












## 13.2. Wzmacniacze mocy

- Wzmacniacz słuchawkowy - szczególny przypadek wzmacniacza mocy
  - przeznaczone są do współpracy ze słuchawkami,
  - mogą stanowić niezależne urządzenia,
  - znacznie częściej - element innego urządzenia,
  - mała moc wyjściowa (do 1 W),
  - często trzeba ją uzyskać w słuchawkach o dużej impedancji np. 600  $\Omega$  - stosunkowo duże napięcia na wyjściu urządzenia.

# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

## 13.2. Wzmacniacze mocy



Model	Installed Sound	Portable PA	Touring	Recording/Broadcast	Cinema
 <a href="#">CDi Series</a>	✓				
 <a href="#">Commercial Audio Series</a>	✓				
 <a href="#">CTs Series</a>	✓				✓
 <a href="#">D Series</a>				✓	
 <a href="#">DSi Series</a>					✓
 <a href="#">I-Tech HD Series</a>	✓		✓		
 <a href="#">LPS Series</a>		✓			
 <a href="#">Macro-Tech i Series</a>	✓		✓		
 <a href="#">Macro-Tech Series</a>	✓		✓		
 <a href="#">XLS Series</a>		✓			✓
 <a href="#">XTi Series</a>		✓			

# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

## 13.2. Wzmacniacze mocy

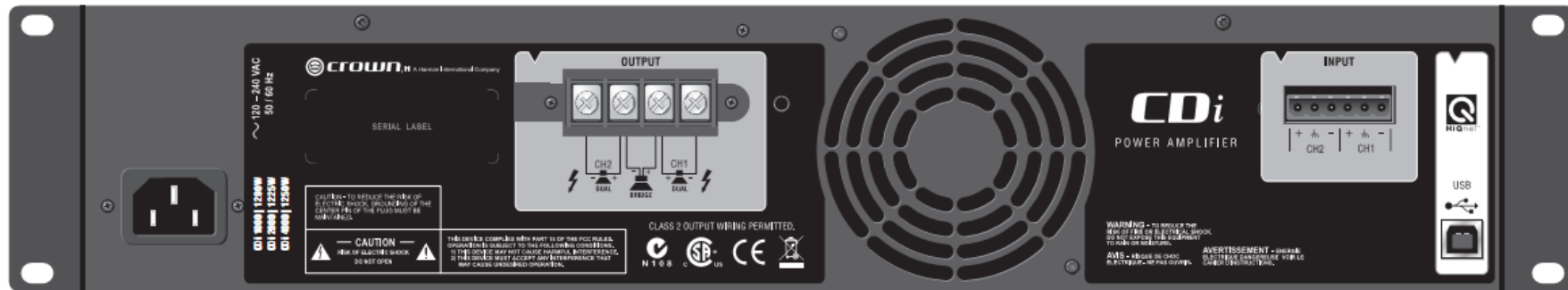
- Wzmacniacz do instalacji stałych



# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

## 13.2. Wzmacniacze mocy

- Wzmacniacz do instalacji stałych cd.



### Specifications

**Output Power:** See power charts below.

**Voltage Gain at 1kHz:**

CDi 1000: 30.5 dB

CDi 2000: 32.9 dB

CDi 4000: 34.2 dB

CDi 6000: 37.1 dB

**Frequency Response:** +0/-1 dB from 20 Hz to 20 kHz at 1 watt into 4 ohms.

### CDi 2000

	1 kHz Power
2 ohm Dual (per channel)	1,000W*
4 ohm Dual (per channel)	800W
8 ohm Dual (per channel)	475W
4 ohm Bridge-Mono	2,000W*
70V Dual (per channel)	800W
100V** Dual (per channel)	800W
140V Bridge-Mono	1,600W

\*\*100Vp

With 0.5% THD.

\*With 1% THD.

**Signal to Noise Ratio (below rated 8-ohm power at 1 kHz):** CDi 1K, 2K, 4K: 100 dB (A weighted). CDi 6K: 103 dB (A weighted).

**Damping Factor:** Better than 500 from 20 Hz to 400 Hz.

**Crosstalk:** > 70 dB below rated power, 20 Hz to 1 kHz, A-weighted.

**Input Stage:** Input is electronically balanced and employs precision 1% resistors.

**Input Impedance (nominal):** 20 k ohms, balanced; 10 k ohms, unbalanced.

# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

## 13.2. Wzmacniacze mocy

- Wzmacniacz do instalacji mobilnych i stałych



	*1 kHz Power	**20 Hz-20 kHz Power
2 ohm Dual (per ch.)	<b>2,500W</b>	<b>2,155W</b>
4 ohm Dual (per ch.)	<b>2,000W</b>	<b>1,775W</b>
8 ohm Dual (per ch.)	<b>1,300W</b>	<b>1,090W</b>
4 ohm Bridge-Mono	<b>5,000W</b>	
8 ohm Bridge-Mono	<b>4,000W</b>	<b>3,670W</b>

\*1 kHz Power: refers to maximum average power in watts at 1 kHz with 0.1% THD.

\*\*20 Hz-20 kHz Power: refers to maximum average power in watts from 20 Hz to 20 kHz with 0.1% THD.

### Performance

**Frequency Response:**  $\pm 0.1$  dB from 20 Hz to 20 kHz at 1 watt.

**Phase Response:**  $\pm 10$  degrees from 10 Hz to 20 kHz at 1 watt.

**Signal-to-Noise Ratio:**  $> 105$  dB A-weighted or 100 dB unweighted below rated power, 20 Hz - 20 kHz.

### Total Harmonic Distortion (THD):

**MA-3600VZ:** At full bandwidth power,  $< 0.05\%$

**Intermodulation Distortion (IMD):** (60 Hz and 7 kHz at 4:1)

**MA-3600VZ:** Less than 0.05% from 368 milliwatts to full bandwidth power.

**MA-5002VZ:** Less than 0.05% from rated power to 35 dB below rated power at 8 ohms.

**Damping Factor:**  $> 1,000$  from 10 Hz to 400 Hz.

# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

## 13.2. Wzmacniacze mocy

- Wzmacniacz do studiów nagraniowych



### Specifications

The following apply to units in dual mode with both channels driven into 8 ohm loads and an input sensitivity of 26 dB gain unless otherwise specified.

### Performance

**Frequency Response:**  $\pm 0.1$  dB from 20 Hz to 20 kHz at 1 watt.

**Phase Response:** +10 to -15 degrees from 20 Hz to 20 kHz at 1 watt.

**Signal-to-Noise:** 106 dB from 20 Hz to 20 kHz at full bandwidth FTC power.

**Total Harmonic Distortion (THD):** Less than 0.001% at full bandwidth FTC power from 20 Hz to 400 Hz increasing linearly to 0.05% at 20 kHz.

**Intermodulation Distortion (IMD):** (60 Hz and 7 kHz 4:1) Less than 0.01% from 0.25 watts to full bandwidth FTC power, and less than 0.05% from 0.01 to 0.25 watts.

**Crosstalk:** Greater than 100 dB below full bandwidth FTC power from 100 Hz to 1 kHz decreasing linearly to 80 dB at 20 kHz.

**Damping Factor:** Greater than 400 from DC to 400 Hz.



# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

## 13.2. Wzmacniacze mocy

- Wzmacniacz do systemów kinowych



# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

## 13.2. Wzmacniacze mocy



# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

## 13.2. Wzmacniacze mocy

- Wzmacniacz mocy powszechnego użytku



### GUARANTEED SPECIFICATIONS

[Guaranteed specifications are measured according to EIA standard RS-490.]

- **Continuous Average Output Power (20–20,000 Hz)**
    - Stereo operation (both channels driven)
      - 480 watts per channel into 1 ohm (\*)
      - 240 watts per channel into 2 ohms
      - 120 watts per channel into 4 ohms
      - 60 watts per channel into 8 ohms
    - Monophonic operation (bridged connection)
      - 960 watts into 2 ohms (\*)
      - 480 watts into 4 ohms
      - 240 watts into 8 ohms

Note: Load ratings marked (\*) apply only to operation with music signals.
  - **Total Harmonic Distortion**
    - Stereo operation (both channels driven)
      - 0.07% with 2 ohm load
      - 0.05% with 4 to 16 ohm load
    - Monophonic operation (bridged connection)
      - 0.03%, with 4 to 16 ohm load
  - **Intermodulation Distortion** 0.01%
  - **Frequency Response**
    - At rated output: 20 - 20,000 Hz +0, -0.2 dB
    - At 1 watt output: 0.5 - 160,000 Hz +0, -3.0 dB
  - **Gain** 28.0 dB (with GAIN selector at MAX)  
(Stereo and monophonic operation)
  - **Gain Selection** MAX, -3 dB, -6 dB, -12 dB
  - **Output Load impedance**
    - Stereo operation: 2 to 16 ohms
    - Monophonic operation: 4 to 16 ohms
- [ With music signals only, 1-ohm loads are permissible for stereo operation and 2-ohm loads for monophonic operation. ]
- **Damping Factor** 400

# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

## 13.2. Wzmacniacze mocy

- Lampowy wzmacniacz mocy powszechnego użytku



# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

## 13.3. Wzmacniacze zintegrowane

- Przedwzmacniacz i wzmacniacz mocy we wspólnej obudowie
- Urządzenia z rynku powszechnego użytku
  - prosty układ komutacji, (przełącznik wejść / wyjść)
  - wejścia dedykowane do danego rodzaju źródeł,
    - dopasowanie wzmocnienia, impedancji wejściowej i/lub korekcji charakterystyki częstotliwościowej
  - często wbudowane układy regulacji barwy,
  - zrównoważenie kanałów (balans),
  - uproszczenie toru sygnałowego (source direct).

# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

## 13.3. Wzmacniacze zintegrowane

- Wzmacniacze zintegrowane - rynek profesjonalny
  - stosowane głównie w małych systemach nagłaśniania,
  - najczęściej konstrukcje bardziej rozbudowane w stosunku do urządzeń powszechnego użytku,
    - wejścia mikrofonowe,
    - mikser (zamiast przełączania),
    - wskaźniki wysterowania,
    - bardziej zaawansowane układy korekcji charakterystyki częstotliwościowej,
    - niejednokrotnie proste procesory dynamiki.
- Dobór wzmacniacza
  - przeglądu rynku,
  - często konstrukcje wąsko specjalizowane.

# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

## 13.2. Wzmacniacze zintegrowane

- Profesjonalny wzmacniacz strefowy



# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

## 13.2. Wzmacniacze zintegrowane

- Zintegrowany wzmacniacz powszechnego użytku





# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

## 13.2. Wzmacniacze zintegrowane

- Zintegrowany wzmacniacz powszechnego użytku



# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

## 13.4. Miksery i konsole foniczne

- **Definicje zgodnie z PN-IEC 574-2:**
  - mikser foniczny – urządzenie przeznaczone do sumowania w regulowanym stosunku dwóch lub kilku sygnałów fonicznych,
  - konsola foniczna – zestaw, w którym jest wbudowany mikser foniczny oraz inne urządzenia pomocnicze przeznaczone do miksowania i obróbki sygnałów fonicznych.
- **Potocznie:**
  - miksery - proste urządzenia o małej liczbie kanałów,
  - konsola - większe modele.
- **W zależności od sposobu miksowania sygnału:**
  - analogowe,
  - cyfrowe.

# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

## 13.4. Miksery i konsole foniczne

- Znaczący element - szereg manipulatorów
- W mikserze wyróżnia się dwie zasadnicze warstwy:
  - sygnałową,
  - manipulacyjną.
- Warstwa manipulacyjna możliwość wykorzystywania regulatorów sterowanych cyfrowo
  - sceny,
  - VCA (voltage controlled amplifier).
- Rozdzielenie warstw - duże konsole foniczne.

# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

## 13.4. Miksery i konsole foniczne

- Warstwa manipulacyjna – dwa obszary:

wejściowy,



master).

# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

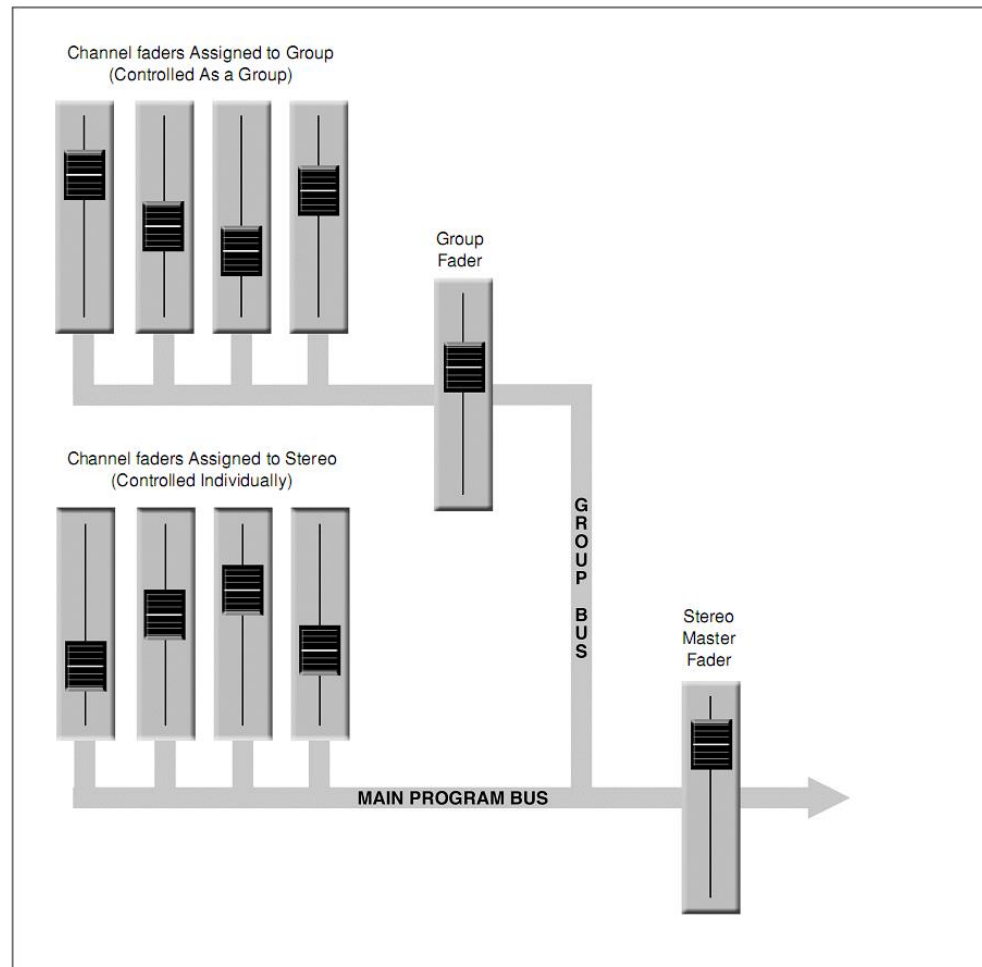
## 13.4. Miksery i konsole foniczne

- Podstawowy parametr funkcjonalny miksera - liczba wejść i wyjść.
- Najprostszy schemat miksowania - przetworzenie w odpowiednich proporcjach sygnałów z „X” wejść na „Y” wyjść ( $X \times Y$  – np.  $12 \times 2$ )
  - proporcje - tłumiki wejściowe (input faders),
  - wyjście powiązane z tzw. szyna miksowania,
  - poziom sygnału danego wyjścia - tłumik wyjściowy (output fader).
- Bardziej złożony schemat miksowania „Z” pośrednich sumatorów – tzw. grup ( $X \times Z \times Y$ ).
- W dużych mikserach możliwe bardziej złożone schematy miksowania.

# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

## 13.4. Miksery i konsole foniczne

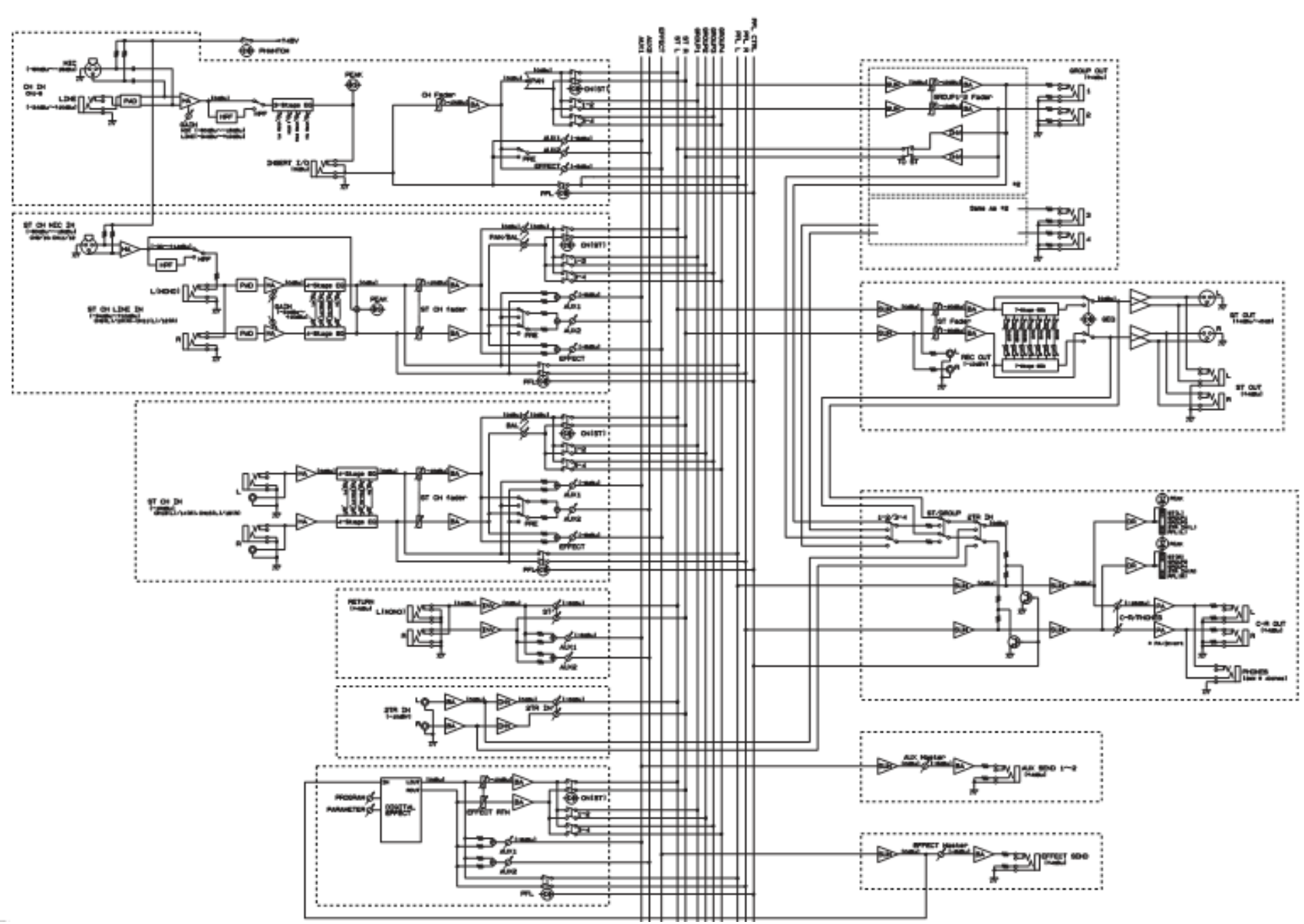
- Miksowanie sygnału z wykorzystaniem grupy



# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

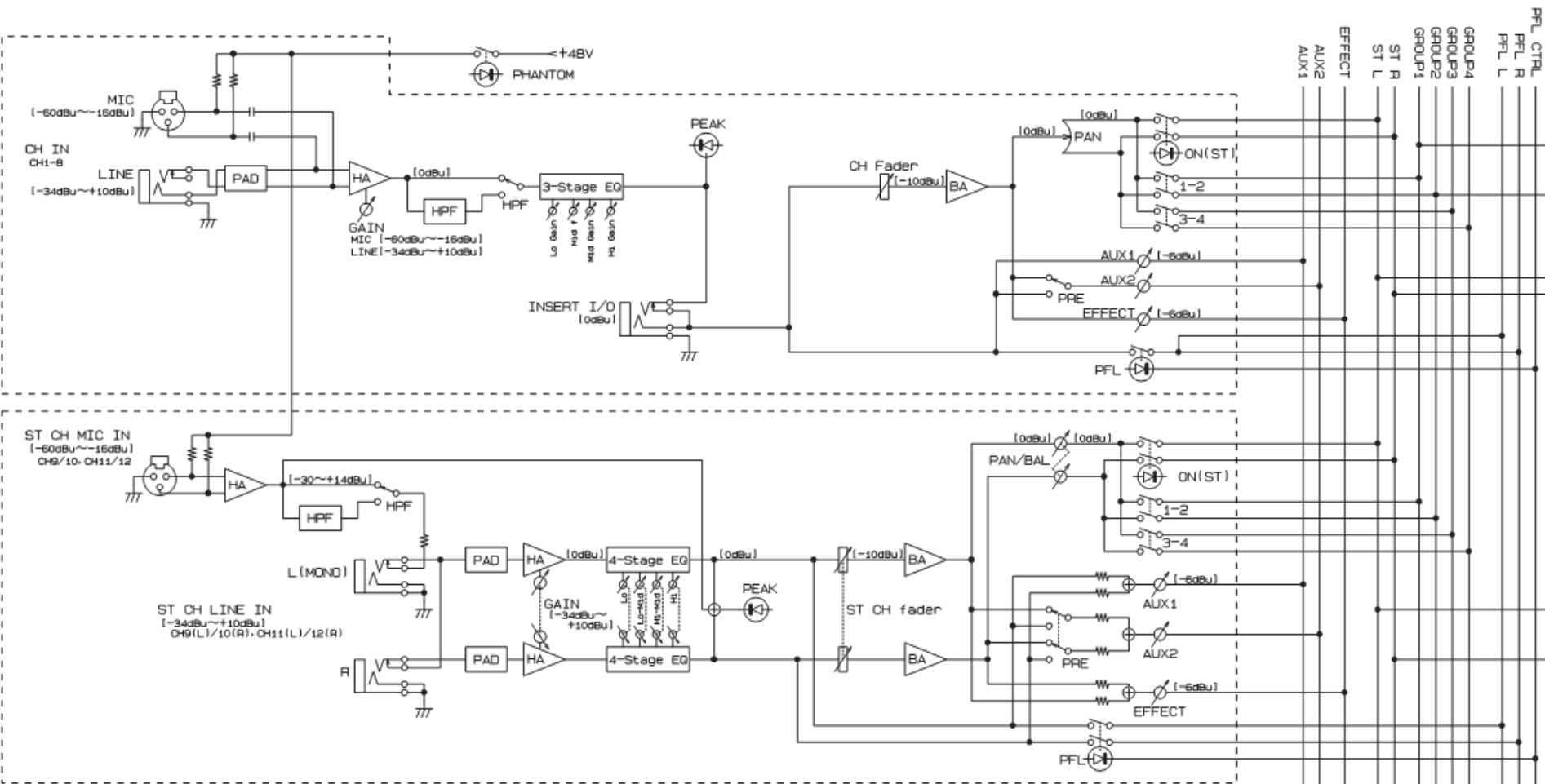
## 13.4. Miksery i konsole foniczne

- Sygnały wyjściowe z poszczególnych grup:
  - dostępne fizycznie na wyjściach elektrycznych miksera,
  - komutowane wewnątrz (np. do procesorów efektowych).
- Wyjścia:
  - dedykowane do konkretnych zastosowań,
  - uniwersalne - AUX (auxiliary - dodatkowy, pomocniczy),
  - sygnały doprowadzane do wyjść - sumowanie w stosunkach ustalanych za pomocą regulatorów oznaczanych tak jak dane wyjście.
- Pobieranie sygnału do pomocniczych szyn wyjściowych:
  - przed tłumikiem głównym (PFL – pre-fader listen),
  - po tłumiku AFL (after-fader listen) / post,
  - uzależnione od jego ustawienia, bądź nie,
  - dołączenie punktu pobierania stałe lub przełączane.
- Omówienie schematu typowego miksera.

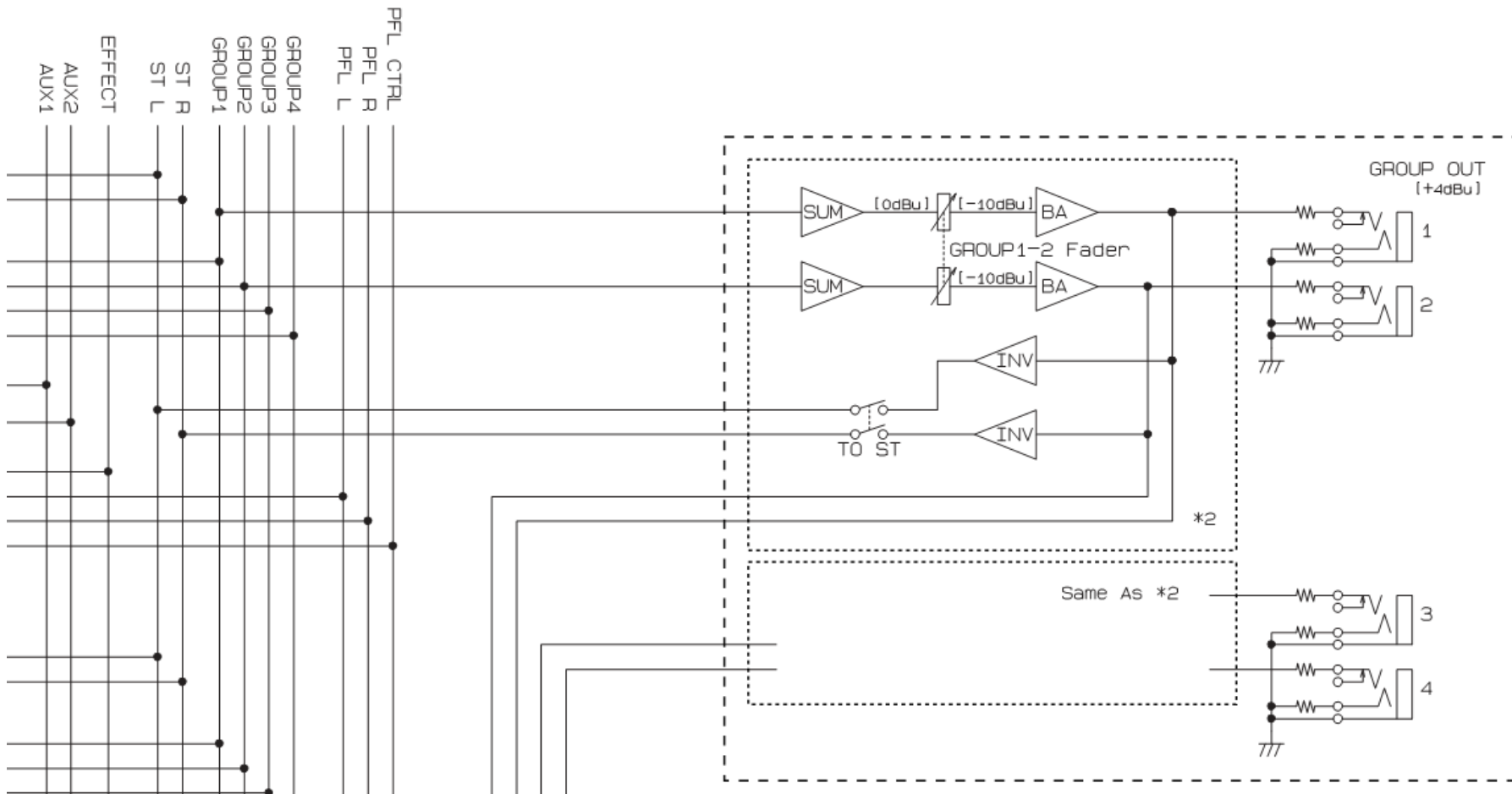




# 13.4. Miksery i konsole foniczne



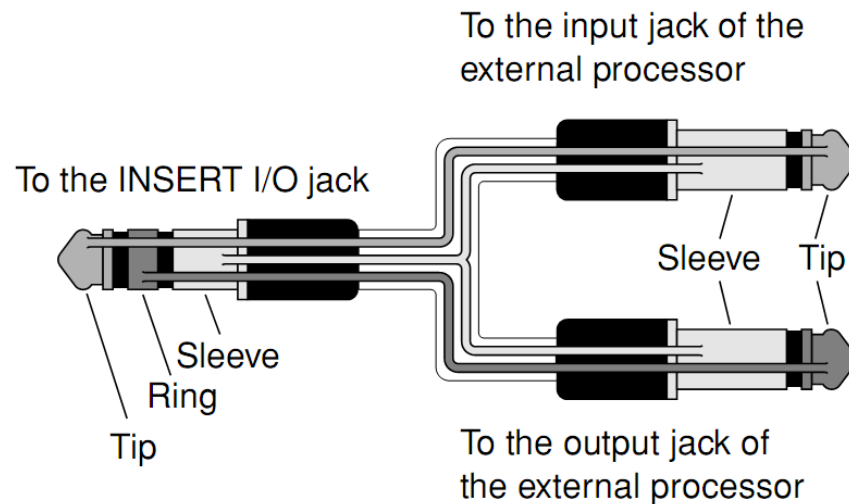
# 13.4. Miksery i konsole foniczne



# 13. Wzmacniacze i miksery foniczne

## 13.4. Miksery i konsole foniczne

- Konfiguracja złączy dostosowana do połączenia typu „insert”



- Konstrukcje mikserów bardzo różnicowane, uzależnione od przeznaczenia

### RECOMMENDATIONS

<b>Broadcast Production</b>	<b>YES</b>
<b>Broadcast Continuity</b>	<b>YES</b>
<b>Fixed Installations</b>	<b>NO</b>
<b>Theatres</b>	<b>NO</b>
<b>Tour Sound</b>	<b>NO</b>
<b>Post Production</b>	<b>NO</b>
<b>Music Production</b>	<b>NO</b>
<b>Networked Audio Systems</b>	<b>YES</b>

# 13.4. Miksery i konsole foniczne

## Prosty mikser do zastosowań uniwersalnych



# 13.4. Miksery i konsole foniczne

## Uniwersalna mała konsola cyfrowa

warstwy



## 13.4. Miksery i konsole foniczne

### Uniwersalna konsola cyfrowa średniej wielkości



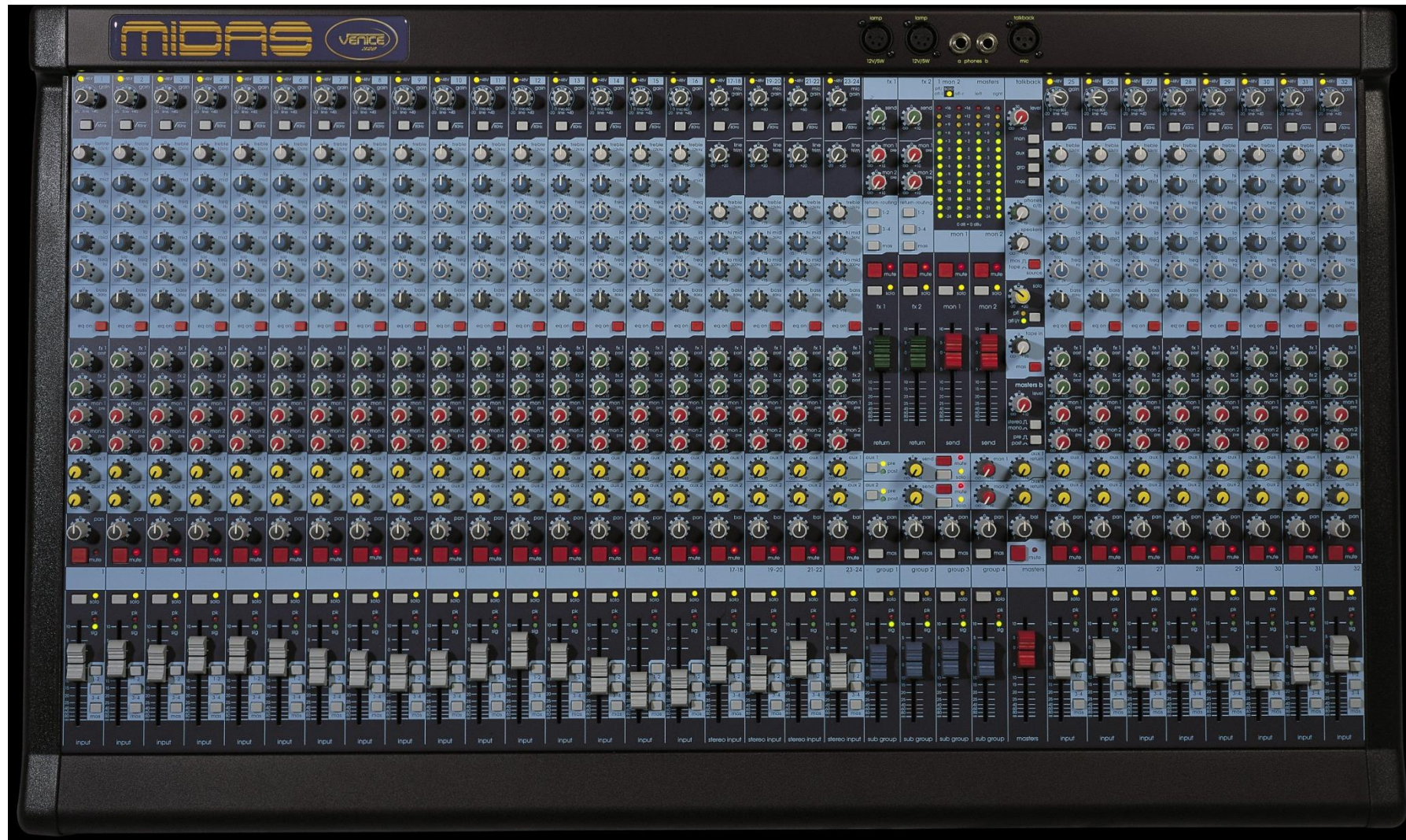
# 13.4. Miksery i konsole foniczne

## Mikser do systemów rozgłoszeniowych



# 13.4. Miksery i konsole foniczne

## Analogowy mikser do średnich realizacji na żywo „live”





# 13.4. Miksery i konsole foniczne

## Cyfrowy mikser do średnich realizacji na żywo „live”



## 13.4. Miksery i konsole foniczne

Analogowy mikser do dużych realizacji na żywo „live”



**FOH / monitor**

## 13.4. Miksery i konsole foniczne

### Cyfrowy mikser do dużych realizacji na żywo „live”



## 13.4. Miksery i konsole foniczne

### Mikser emisyjny (on-air)



fader start, Telco, mix minus/N-1

## 13.4. Miksery i konsole foniczne

Cyfrowy mikser wykorzystywany w wozach transmisyjnych



# 13.4. Miksery i konsole foniczne

Średni mikser cyfrowy popularny w studiach nagraniowych

- tape in / direct out



# 13.4. Miksery i konsole foniczne

## Duży mikser do studiów nagraniowych





Odds & N  
RECORDS & STUDIOS

Odds & N  
RECORDS & STUDIOS



## 13.4. Miksery i konsole foniczne

### Inne

- Miksery z wbudowanymi końcówkami mocy (powermiksery)
- Automatyczne miksery mikrofonowe
- DSO (priorytety)