

Projektowanie pod kątem wysokiej jakości audio

Jak zapewniamy wyraźny i zrozumiały dźwięk w
naszych produktach audio

Grudzień 2024

Streszczenie

Głośniki Axis są projektowane według rygorystycznego procesu obejmującego staranny dobór elementów, systematyczne testy i precyzyjne dostrajanie. W całej fazie projektowania prace nad sprzętem i oprogramowaniem są ze sobą ściśle powiązane. Gdy głośniki są zintegrowane w ramach systemu audio, użytkownicy zyskują solidne rozwiązanie zabezpieczone przed cyberzagrożeniami, które obejmuje zdalne monitorowanie stanu urządzeń.

Podczas projektowania głośnika starannie oceniamy wiele czynników, takich jak:

- Cechy przetwornika. Przetwornik jest elementem elektromechanicznym, który przekształca elektryczne sygnały audio na fale dźwiękowe. Jego ważne cechy odnoszą się do pasma przenoszenia, zniekształceń i zdolności przenoszenia mocy.
- Projekt sprzętowy zapewniający odpowiednie pokrycie dźwiękiem.
- Cyfrowe przetwarzanie sygnału pozwalające uzyskać odpowiednie cechy dźwięku. Za jego optymalizację odpowiada oprogramowanie głośnika, które obejmuje kontrolę zakresu dynamiki i kompensację głośności.
- Konstrukcja mechaniczna zapewniająca wytrzymałość produktu. Wymaga ona odpowiedniego doboru tworzyw sztucznych, układów elektronicznych i elementów przetwornika.
- Dbanie o niski pobór mocy przez dobór wzmacniaczy o małym zużyciu energii idealnie dopasowanych do przetwornika.
- Przemyślana konstrukcja ułatwiająca instalację produktu.

Pomiary akustyczne wykonywane w naszych laboratoriach badawczo-rozwojowych odgrywają kluczową rolę w dostrajaniu istotnych elementów. Jako uzupełnienie obiektywnych pomiarów przeprowadzamy także percepcyjne testy odsłuchowe zgodne ze ścisłymi standardami naukowymi, aby ocenić subiektywne aspekty jakości dźwięku. Na etapie prac rozwojowych produkty Axis spędzają ponad rok w wewnętrznym środowisku testowym, w którym wykonywane są m.in. testy jakości sprzętu.

Spis treści

1	Wprowadzenie	4
2	Zalety sieciowych systemów audio	4
2.1	Głośniki aktywne	4
2.2	Audio cyfrowe	5
2.3	Zasilanie przez sieć Ethernet	5
2.4	Zdalne monitorowanie stanu	5
2.5	Cyberbezpieczeństwo	5
3	Jakość audio zależy od jakości systemu i produktu	6
4	Opracowywanie produktów pod kątem doskonałego dźwięku	6
4.1	Omówienie czynników wpływających na jakość	7
4.2	Fabrycznie skonfigurowany dźwięk	8
4.3	Wyczerpujące testy	8

1 Wprowadzenie

Sieciowe systemy audio Axis zapewniają czysty, wyraźny dźwięk oraz cechują się bardzo łatwą konfiguracją i konserwacją. Dzięki wysokiej jakości elementom sprzętowym i wbudowanym, fabrycznie skonfigurowanym funkcjom cyfrowego przetwarzania sygnału możemy zagwarantować, że generowany dźwięk będzie zoptymalizowany pod kątem danego rodzaju zastosowań.

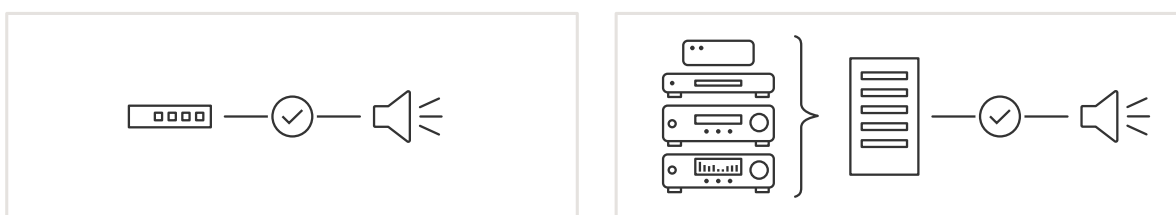
W tym dokumencie przedstawiono podejście firmy Axis do zapewniania wyjątkowej jakości audio w oferowanych przez nią głośnikach. Omówiono w nim nasz rygorystyczny proces projektowania i doboru elementów, drobiazgowość testów oraz precyzyjne dostrajanie oprogramowania. W dokumencie podkreślono również związek między jakością audio, jakością sprzętu i jakością systemu.

2 Zalety sieciowych systemów audio

Sieciowa technologia audio Axis pozwala podłączyć głośniki do sieci IP i uzyskać rozproszony system audio bez jednostki głównej. System jest elastyczny, a w razie potrzeby łatwo go rozbudować. Co więcej, każdy głośnik działa jako samodzielna inteligentna jednostka audio. Nasze wielofunkcyjne głośniki można wykorzystywać na różne sposoby w zależności od zmieniających się potrzeb.

2.1 Głośniki aktywne

Głośniki Axis są głośnikami aktywnymi, co oznacza, że mają wbudowany wzmacniacz, a także oprogramowanie do cyfrowego przetwarzania sygnału (digital signal processing – DSP). Nasz proces projektowania obejmuje między innymi dostosowanie dźwięku do zamierzonych typów zastosowań i zadbanie o to, by dźwięk brzmiał właściwie niezależnie od przekazywanych treści audio. Fabryczna konfiguracja oprogramowania DSP odbywa się w naszych super nowoczesnych ośrodkach badawczo-rozwojowych i obejmuje regulację balansu tonalnego (sposobu odwzorowywania różnych częstotliwości) oraz zakresu dynamiki. Ustawienia te są również regulowane dynamicznie w zależności od poziomu mocy wyjściowej głośnika. W ten sposób zapewniamy klientowi produkt cechujący się znakomitą zrozumiałością dźwięku, dzięki czemu słuchacze mogą wyraźnie słyszeć emitowane komunikaty.



Sieciowy i tradycyjny system audio

Po lewej: Głośniki sieciowe są kompleksowymi systemami audio.

Po prawej: Tradycyjne głośniki wymagają dodatkowego sprzętu.

W dużym systemie z głośnikami Axis nie jest potrzebne pomieszczenie kontrolne z konsolą mikserską, wzmacniaczem, korektorem i kompresorem. Wszystkie te funkcje są zintegrowane z głośnikami. W porównaniu z tradycyjnym systemem dźwiękowym potrzeba mniej urządzeń audio, co przekłada się na minimalizację wymagań przestrzennych i potrzeb konserwacyjnych. Ponadto dźwięk jest bardziej niezawodny, ponieważ sygnał nie musi przechodzić przez wiele urządzeń, zanim dotrze do głośnika. Do konfiguracji, regulacji i testów systemu nie są potrzebni programiści ani inżynierowie dźwięku. Klient i tak uzyska czysty i wyraźny dźwięk, ponieważ wszystkie elementy są ze sobą zestrojone.

Co więcej, większość naszych głośników wieloprzetwornikowych korzysta z aktywnych filtrów zwrotnicy, które umożliwiają uzyskanie precyzyjnej reprodukcji sygnału audio, cechującej się lepszą dokładnością i szczegółowością. Przed wzmocnieniem sygnał audio jest dzielony. Dzięki temu możemy zoptymalizować wbudowane wzmacniacze, idealnie dopasowując je do przetworników. Ponadto w przeciwieństwie do filtrów pasywnych, które mogą obniżać sprawność i pogarszać jakość sygnału, nasze filtry aktywne zapewniają czysty i precyzyjny transfer sygnału, co skutkuje poprawą dynamiki, ograniczeniem zniekształceń oraz bardziej szczegółowymi i atrakcyjnymi wrażeniami odsłuchowymi.

2.2 Audio cyfrowe

Sygnał audio ma postać cyfrową na całej drodze od nagranych materiałów źródłowych do punktu styku zbudowanego wzmacniacza z końcówkami przetwornika głośnika. Cyfrowa postać sygnału audio oznacza jego odporność na szумы i zakłócenia elektryczne, co eliminuje zniekształcenia spowodowane emisją promieniowania. Ponadto sygnał cyfrowy jest odporny na straty energii spowodowane zjawiskami pasożytniczymi, takimi jak pojemność i indukcyjność, które mogą występować na długich odcinkach kabli. Dzięki temu sygnał pozostaje silny i nienaruszony niezależnie od długości kabla, co pozwala na swobodne umieszczenie głośników w dowolnie wybranym miejscu.

2.3 Zasilanie przez sieć Ethernet

Korzystając z technologii zasilania przez sieć Ethernet (Power over Ethernet – PoE), głośniki Axis można podłączyć do zwykłej sieci na potrzeby zarówno zasilania, jak i łączności. Nie są potrzebne żadne przewody zasilające ani specjalne okablowanie audio.

2.4 Zdalne monitorowanie stanu

Nasze głośniki służą różnym celom w różnych zastosowaniach. W zastosowaniach krytycznych, takich jak ostrzeżenia o sytuacjach nadzwyczajnych czy odstraszenie przestępców, kluczowe znaczenie ma niezawodność głośników. W tym kontekście optymalna jakość audio obejmuje nie tylko dostarczanie dobrze zbalansowanego dźwięku, ale także zapewnienie prawidłowego funkcjonowania głośników i całego systemu. Dzięki zdalnemu monitorowaniu stanu i wbudowanej funkcji testowania dostępnej w głośnikach Axis użytkownik zawsze wie, że wszystkie urządzenia wchodzące w skład systemu są w pełni sprawne i połączone z siecią oraz brzmią tak, jak powinny. Głośniki można wdrożyć w dużych systemach o krytycznym znaczeniu i mieć pewność, że działają – bez potrzeby fizycznego udawania się na miejsce w celu ich sprawdzenia.

2.5 Cyberbezpieczeństwo

Kluczowe znaczenie dla zabezpieczenia danych i systemów w sieci ma ochrona urządzeń sieciowych i usług programowych przed cyberzagroženiami. W firmie Axis dokładamy wszelkich starań, aby zapewnić cyberbezpieczeństwo naszych produktów. Nasze urządzenia audio korzystają z tego samego systemu operacyjnego co nasze kamery i są owocem 40-letniego doświadczenia w projektowaniu urządzeń sieciowych o wysokich standardach, które mają kluczowe znaczenie w systemie dozoru. Produkty i usługi, technologie oraz narzędzia Axis są zgodne z najlepszymi praktykami i ułatwiają ich przestrzeganie. Więcej informacji można znaleźć na stronie [axis.com/cybersecurity](https://www.axis.com/cybersecurity)

3 Jakość audio zależy od jakości systemu i produktu

Jakość to aspekt, na którym skupia się uwaga projektantów w całym procesie prac nad produktem audio Axis. Drobiazgowo dbamy o każdy aspekt jakości, począwszy od określania żądanych specyfikacji nowego produktu aż po dokładne testy i oceny gotowego urządzenia. Wszyscy nasi poddostawcy również muszą spełniać wyśrubowane wymagania jakościowe.

Nasze dążenie do najwyższej jakości nie kończy się na projektowaniu poszczególnych produktów. Integrując je z inteligentnym systemem, który monitoruje każde urządzenie, zapewniamy stałą łączność między nimi i ich prawidłowe funkcjonowanie. Kluczowe znaczenie dla jakości audio ma solidność systemu. Gdyby głośnik został odłączony od sieci, utraciłby zdolność do działania niezależnie od wysokiej jakości audio. Solidny system powiadomi operatora o odłączeniu lub uszkodzeniu urządzenia.

Różne aspekty jakości produktu mają bezpośredni wpływ na jakość audio. Na przykład zadbanie o możliwość działania głośników w szerokim zakresie temperatur i środowisk to element konstrukcji produktu, który jednak przekłada się także na parametry audio. Dobry projekt produktu chroni przetworniki i elektronikę głośników, aby mogły działać bez spadku jakości.

4 Opracowywanie produktów pod kątem doskonałego dźwięku

Tworzenie specyfikacji i opracowywanie sieciowych produktów audio Axis to proces wewnętrzny sięgający od fazy planowania do gotowego produktu. Nasi inżynierowie opracowują sprzęt i oprogramowanie tak, aby idealnie do siebie pasowały. Jest to możliwe dzięki intensywnym inwestycjom Axis w badania i rozwój.

Proces projektowania rozpoczyna się od poznania potrzeb naszych klientów, obejmujących rodzaj odtwarzanych treści, środowisko akustyczne oraz kontekst, w którym będzie używany produkt. To kompleksowe podejście pozwala nam stworzyć rozwiązanie dostosowane do konkretnych wymagań.

Po dokładnym poznaniu potrzeb klienta przystępujemy do opracowania projektu koncepcyjnego przy użyciu zaawansowanych technik modelowania i symulacji. Nasz zespół starannie dobiera konstrukcję akustyczną i łączy ją z przetwornikiem głośnika zoptymalizowanym pod kątem wyjątkowych cech produktu. Zarówno wewnętrzny, jak i zewnętrzny kształt produktu są kluczowymi czynnikami wpływającymi na ostateczną jakość dźwięku.

Po sfinalizowaniu koncepcji przechodzimy od deski kreślarskiej do tworzenia prototypów. Od pierwszych ręcznie wykonanych egzemplarzy po kwalifikację linii produkcyjnej o dużym wolumenie każdy prototyp przechodzi rygorystyczną ocenę obejmującą obiektywne pomiary, która zapewnia integralność zarówno projektu, jak i montażu.

Mając zweryfikowany i powtarzalny projekt, wykorzystujemy technologię cyfrowego przetwarzania sygnału, aby wyzwolić pełen potencjał naszego dzieła.



Głośniki Axis w laboratorium badawczo-rozwojowym.

4.1 Omówienie czynników wpływających na jakość

Ostateczna jakość dźwięku głośnika jest wypadkową wielu czynników. Projektowanie głośnika i dostosowywanie dźwięku do jego zastosowań to złożony proces, w którym szczegółowo oceniamy wiele czynników:

- **Cechy przetwornika.** Przetwornik jest delikatnym elementem elektromechanicznym, który przekształca elektryczny sygnał audio na fale dźwiękowe. Ważne cechy przetwornika odnoszą się do pasma przenoszenia, zniekształceń i zdolności przenoszenia mocy.
- **Pokrycie dźwiękiem.** Sposób rozchodzenia się dźwięku w otoczeniu w dużej mierze zależy od decyzji podjętych na etapie projektowania sprzętu. Zamierzony rodzaj zastosowania dyktuje wybór między konstrukcją o szerokiej dyspersji, odpowiednią w wymagających szerokim pokryciu systemach nagłośnieniowych, a konstrukcją o wąskiej dyspersji, idealną w przypadku mocno skupionych wiązek dźwięku.
- **Maksymalny poziom ciśnienia akustycznego.** Wielkość mierzona w dB SPL, przy czym jako poziom odniesienia służy próg słyszalności u człowieka wynoszący 20 μ Pa. Wybierając docelowy maksymalny poziom ciśnienia akustycznego, bierzemy pod uwagę pozycję odbiorcy i szumy otoczenia.
- **Cechy dźwięku.** Na podstawie możliwości wybranego projektu sprzętowego i akustycznego dostosowujemy funkcje oprogramowania (przez zastosowanie technologii cyfrowego przetwarzania sygnału (DSP)), aby uzyskać maksymalną wydajność głośnika.
- **Pobór mocy.** Klasa PoE produktu nakłada ścisłe ograniczenia w zakresie dozwolonego poboru mocy. Dzięki wzmacniaczom klasy D o małym zużyciu energii, które są idealnie dopasowane do przetwornika, nasze głośniki zachowują niski poziom poboru mocy.
- **Konstrukcja mechaniczna.** Głośniki Axis są projektowane tak, aby spełniać bardzo wysokie wymagania dotyczące wytrzymałości. Klasy IP oraz IK głośnika informują o stopniu jego wodoodporności,

pyłoszczelności i odporności na uderzenia. Przy wyborze materiałów bierzemy również pod uwagę aspekt środowiskowy. Nasze produkty powinny wytrzymać ekstremalne warunki, a jednocześnie minimalizować ilość odpadów i oddziaływanie na środowisko.

- **Temperatura pracy.** Większość głośników Axis jest projektowana tak, aby wytrzymać skrajne temperatury. Odpowiednio dobieramy tworzywa sztuczne i układy elektroniczne, a także integralne elementy przetworników, takie jak cewki drgające, układy zawieszenia i magnesy.
- **Projekt wizualny.** Mamy kilka nagrodzonych konstrukcji, z których jesteśmy wyjątkowo dumni. Estetyka sprzętu wpływa na wrażenia użytkowe związane z systemem audio, ponieważ nikt nie chce, aby głośniki były wizualnie niezgodne z otoczeniem. Ale projekt wizualny to nie tylko estetyka. Przemyślana konstrukcja wpływa również na jakość produktu, ponieważ umożliwia łatwą, bezpieczną i sprawną instalację. Jako przykład można wymienić opcje montażu zatrzaskowego lub diodę LED, która zapala się po pomyślnym podłączeniu urządzenia.

4.2 Fabrycznie skonfigurowany dźwięk

W całej fazie projektowania prace nad sprzętem i oprogramowaniem są ze sobą ściśle powiązane. Gdy projekt sprzętu osiągnie dojrzałość, koncentrujemy się na dostrojeniu parametrów wydajnościowych produktu przez optymalizację oprogramowania, wprowadzając ostateczne korekty w celu uzyskania optymalnych wyników. Stosujemy cyfrowe przetwarzanie sygnału, aby poprawić zrozumiałość mowy, ale też zoptymalizować brzmienie muzyki. W każdym środowisku użytkownik może być pewien wysokiej jakości dźwięku, ponieważ w głośnikach zintegrowanych jest kilka metod optymalizacji audio:

- **Kontrola zakresu dynamicznego.** Sygnał audio często cechuje się szczytami i dołkami głośności, natomiast ta funkcja równoważy je tak, aby dźwięk był przesyłany z głośnością idealną dla słuchającego.
- **Kompensacja głośności.** Przy niskim poziomie głośności niektóre częstotliwości są dla ludzkiego ucha trudniejsze w odbiorze. Kompensacja głośności podbija te częstotliwości, tak by nie umknęły słuchającemu. W głośnikach Axis odbywa się to automatycznie i jest szczególnie przydatne w zastosowaniach obejmujących muzykę.
- **Optymalizacja częstotliwości.** Przetwarzanie brzegowe w głośnikach Axis oznacza, że są one zoptymalizowane pod kątem częstotliwości i mają identyczną charakterystykę. W efekcie można je łączyć bez konieczności ręcznego strojenia lub konfigurowania. System można też łatwo rozbudowywać, po prostu dodając kolejne głośniki Axis.

Oprócz ustawień optymalizacyjnych stosujemy również dodatkową warstwę przetwarzania w postaci naszych profili audio. Umożliwiają one wybór optymalnych ustawień indywidualnych w zależności od tego, czy w danym momencie system jest używany do emitowania komunikatów bezpieczeństwa, ostrzeżeń czy tła muzycznego.

4.3 Wyczerpujące testy

Aby potwierdzić wysoką jakość audio oraz jakość mechaniczną, w całym procesie rozwoju produktów w sposób ciągły testujemy ich prototypy.

4.3.1 Testy jakości dźwięku

Pomiary akustyczne wykonywane w naszych super nowoczesnych laboratoriach badawczo-rozwojowych odgrywają kluczową rolę w dostrajaniu takich istotnych elementów jak panele, siatki i falowody, co pomaga

zapewnić ich optymalne działanie. Łącząc czołowe w branży narzędzia z własną metodologią, jesteśmy w stanie optymalizować wydajność i stymulować innowacje.



Pomiary akustyczne w laboratorium badawczo-rozwojowym Axis

Jako uzupełnienie obiektywnych pomiarów przeprowadzamy percepcyjne testy odsłuchowe, aby ocenić subiektywne aspekty jakości dźwięku. Nasze testy odsłuchowe, wzorowane na pionierskich pracach takich naukowców jak Floyd Toole i Sean Olive, są zgodne z rygorystycznymi standardami naukowymi i wykorzystują metodologię ślepych testów, aby wyeliminować stronniczość i zapewnić powtarzalność. Zróżnicowana grupa przeszkolonych słuchaczy ocenia kolejne wersje projektu i przekazuje cenne opinie, które uwzględniamy w decyzjach projektowych. Testujemy również całe systemy składające się z kilku głośników tego samego typu, aby mieć pewność, że dobrze brzmią razem.

4.3.2 Testy jakości sprzętu

Na etapie prac rozwojowych produkty Axis spędzają ponad rok w wewnętrznym środowisku testowym, gdzie są sprawdzane pod kątem odporności na zużycie mechaniczne, wodę i wilgoć, akty wandalizmu, skrajne temperatury, drgania oraz inne czynniki. Produkty są certyfikowane zgodnie ze standardami zewnętrznymi, ale poza tym testy Axis wykraczają poza wymagane normy jakości.

Aby zapobiec pogorszeniu jakości naszych produktów po instalacji, przeprowadzamy także mocno przyspieszone testy żywotności (highly accelerated life tests – HALT). Polegają one na testowaniu niezawodności produktu przez wystawienie go na skrajne warunki – które odwzorowują trudne sytuacje, w jakich produkt może się znaleźć w trakcie swojej eksploatacji – ale w stopniu wyższym niż ten, którego oczekuje się w kontekście rzeczywistego użytkowania. Testy HALT pomagają zidentyfikować problemy w projekcie i ewentualne słabości, umożliwiając dalsze ulepszanie jakości, niezawodności i żywotności produktu. Więcej informacji na temat jakości i testów sprzętu można znaleźć na stronie whitepapers.axis.com/tested-without-compromise

O firmie Axis Communications

Axis wspiera rozwój inteligentnego oraz bezpiecznego świata przez tworzenie rozwiązań umożliwiających poprawę bezpieczeństwa i efektywności biznesowej. Jako firma zajmująca się technologiami sieciowymi oraz lider branży, Axis oferuje rozwiązania z zakresu dozoru wizyjnego, kontroli dostępu, systemów domofonowych i systemów audio. Ich rozszerzeniem i uzupełnieniem są inteligentne aplikacje analityczne oraz wysokiej jakości szkolenia.

Axis zatrudnia około 4000 pracowników w ponad 50 krajach oraz współpracuje z partnerami z obszaru technologii i integracji systemów na całym świecie w celu dostarczania swoich rozwiązań klientom. Firma została założona w 1984 roku i ma swoją siedzibę w Lund w Szwecji