

NOTATNIK PROJEKTANTA

Artykuł został zamieszczony za wiedzą i zgodą wydawnictwa AVT-Korporacja. Wszelkie prawa zastrzeżone. www.livesound.pl

Wzmacniacz mocy Dynacord PowerH

Nieograniczona moc – cyfrowe sterowanie

Josef Taffner

Ten Notatnik Projektanta został przedłożony przez przedstawiciela firmy Dynacord. Redakcja dołożyła wszelkich starań w celu wyeliminowania jakichkolwiek sformułowań o charakterze promocyjnym i marketingowym.

Wzmacniacze mocy używane obecnie w systemach nagłośnieniowych oraz high-endowych instalacjach, muszą spełniać coraz wyższe wymagania odnośnie mocy wyjściowej i sprawności, zapewniając czysty, niezniekształcony dźwięk. Dla instalacji mobilnych (trasy koncertowe) bardzo ciekawym parametrem każdego nowego produktu jest też mała waga. Wraz ze zwiększeniem złożoności projektów systemów od wzmacniaczy wymaga się integracji z DSP, zdalnym sterowaniem oraz zdolności do pracy w sieci. Wszystkie te czynniki uwzględniono podczas projektowania nowej serii wzmacniaczy Dynacorda – PowerH.

Pierwszy model rodziny PowerH to H5000 – zasilany impulsowo i pracujący w klasie H

z użyciem mostkowej sekcji wyjściowej. Charakteryzuje się on mocą 3500W na obciążeniu 2Ω , przy sygnale podawanym na oba kanały.

Port znajdujący się na tylnym panelu H5000 akceptuje moduły plug and play, pozwalające na dowolne skonfigurowanie wzmacniacza. Moduł RCM-2 posiada dwa cyfrowe wejścia w formacie AES3 (AES/EBU), wszechstronne możliwości DSP oraz zdalne sterowanie i monitorowanie. IRIS-Net (Intelligent Remote and Integrated Supervision) jest platformą o otwartej architekturze pomiędzy produktami Telex Pro Audio (m.in. Dynacord i Electro-Voice), która pozwala na pełne sterowanie od najprostszych do bardzo skomplikowanych systemów oraz wykorzystuje szynę sterowania Controller Area Network (CAN), pozwalającą na połączenie w sieć do 250 wzmacniaczy wraz z wieloma komputerowymi hostami.

MOC WYJŚCIOWA

Parametr mocy wyjściowej jest określany typowo przy użyciu sygnału sinusoidalnego. Rysunek 1 prezentuje moc wyjściową H5000 przy różnych wartościach obciążenia oraz dla różnych wartości parametru crest factor. Pod pojęciem crest factor kryje się parametr określający stosunek wartości szczytowej (peak, crest) amplitudy napięcia do wartości RMS, wyrażony w woltach lub decybelach. Sygnał sinusoidalny ma crest factor równy 1,4V (1:1,4) lub 3dB. Standardowy muzyczny materiał nagrany posiada parametr o wartości ok. 10dB. Dla niezbyt mocno skompresowanej muzyki live crest factor wynosi 12dB lub więcej. (Innym określeniem tego parametru jest bardziej znany w Polsce „headroom” – przyp. red.). Parametr ten jest istotny, gdyż pozwala nam oszacować zdolność wzmacniacza do odtwarzania muzyki z największym możliwym zakresem dynamiki. Na rysunku 3 można zobaczyć, że podczas gdy sygnał RMS na obciążeniu 2Ω wynosi 3500W, dla typowego sygnału muzycznego live osiągnięty może być szczytowy poziom 4624W (o 3dB wyższy poziom).



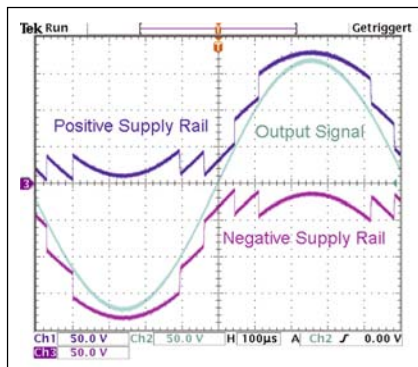
Wzmacniacz mocy Dynacord PowerH 5000. Drugie zdjęcie przedstawia tylny panel z modulem RCM-26.

do napięcia na tych tranzystorach. Przy zastosowaniu trójpoziomowego zasilacza efektywność jest o wiele wyższa kiedy zmniejszone jest obciążenie termiczne. Jeśli napięcie wyjściowe jest małe, stosowane jest niższe napięcie zasilania i przełączniki S1 i S2 pozostają otwarte. Kiedy potrzebny jest wyższy poziom napięcia wyjściowego wtedy przełącznik S1 lub S2 zostaje zamknięty. Sygnał wejściowy jest nieustannie monitorowany, aby określić wymagane napięcie wyjściowe, a bardzo szybkie, dużej mocy tranzystory FET włączają odpowiednie sekcje w zasilaczu bez trzasków i innych artefaktów. Topologia uziemionego mostka, inaczej niż w tradycyjnej konfiguracji mostkowej, może być znów zmostkowana, co pozwala H5000 na oddanie 7000W na obciążeniu 4Ω.

ZASILACZ

Zarówno obwody wyjściowe jak i zasilacz mają znaczący wpływ na ostateczne brzmienie wzmacniacza. Seria wzmacniaczy PowerH używa osobnych, nieregulowanych zasilaczy impulsowych, niezależnych dla każdego kanału w celu wyeliminowania wzajemnego oddziaływania pomiędzy kanałami wzmacniacza.

Napięcie zasilające jest prostowane po stronie pierwotnej, a następnie formowane w falę prostokątną o częstotliwości 125kHz po stronie wtórnej. Transformatory zasilacza



Rysunek 3: Napięcie wyjściowe wzmacniacza mocy w odniesieniu do napięcia zasilania.

impulsowego są znacznie mniejsze niż transformatory 50/60Hz, czego rezultatem jest znaczące zmniejszenie wagi o co najmniej 16kg.

Rozwiązanie zasilacza w H5000 ma również korzystną cechę w postaci bardzo niskiej rezystancji wewnętrznej, co pozwala na pobór prądu o szczytowej wartości 70A. Zastosowana we wzmacniaczu topologia nieregulowana zasilacza nie zwiększa zapotrzebowania na prąd, jak to ma miejsce w zasilaczach regulowanych, zwiększając stabilność przy chwiejnym napięciu zasilającym.

Mikroprocesorowa kontrola napięcia zasilającego i pobieranego prądu pozwala na przystosowania do pracy w szerokim zakre-

sie napięć sieciowych (przełączenie pomiędzy zasilanie 120V a 230V odbywa się automatycznie). Zabezpiecza ona również wzmacniacz przed różnymi niebezpiecznymi skokami napięcia, zarówno ponad jak i poniżej standardowych wartości zasilania.

ZABEZPIECZENIA

PowerH wykorzystuje mikroprocesor do monitorowania i sterowania różnymi kluczowymi funkcjami: miękki start (soft start), zabezpieczenie przez składową stałą i wysokimi częstotliwościami HF, ograniczenie prądowe, napięciowe, temperaturowe, przeciwzwarciowe i bezpieczny zakres pracy.

H5000 jest zdolny do oddania 4600W na obciążeniu 2Ω (zobacz **rysunek 1**) i w tych warunkach może zadziałać zabezpieczenie (bezpiecznik) obwodu AC. Wzmacniacz w sposób ciągły monitoruje napięcie zasilające i prąd, porównując rezultat tych pomiarów z modelem zabezpieczenia AC. Jeśli układ ten zbliży się do momentu zadziałania, moc wyjściowa wzmacniacza jest obniżana w celu zabezpieczenia głośników przed przerwą w dostawie mocy.

Mikroprocesor jest używany także do monitorowania kilku czujników temperatury, w celu kontrolowania, czy przekroczenie warunków temperaturowych nie wywołuje zmniejszenia napięcia zasilania. Metoda ta oddziałuje tylko na maksymalny poziom wyjściowy, co jest korzystniejsze niż typowe metody zmniejszania czułości, które mogą wywoływać zmiany balansu dźwiękowego w systemach wielodrożnych.

Bardzo często występujące uszkodzenia przetworników wynikają z przeciążenia termicznego cewki głośnika. Tradycyjne zabezpieczenia, wykorzystujące zewnętrzne limitory lub kompresory wstawione w ścieżkę sygnału, często nie pozwalają użytkownikowi na właściwe ustawienie wszystkich parametrów, rezultatem czego jest uszkodzenia głośnika lub znaczne ograniczenie zakresu dynamiki. Moduł RCM-26 używa modeli przetworników stosowanych w systemach Dynacord i Electro-Voice do symulacji przeciążeń termicznych. Ograniczenie termiczne (short term limiting) występuje tylko wtedy, kiedy zabezpieczenie jest absolutnie konieczne i z parametrami, które pozwalają na wykonywanie przezroczystych operacji.

MOŻLIWOŚCI SIECIOWE

W dużych systemach dźwiękowych, centralne kontrolowanie, konfigurowanie i sterowanie indywidualnych urządzeń i ich komponentów dostarcza wielu istotnych korzyści.



Zasilacz wzmacniacza pracujący w klasie PowerH.

NOTATNIK PROJEKTANTA

Centralna platforma programowa (IRIS-Net) zapewnia szybki dostęp do parametrów poszczególnych urządzeń, pozwalając sterować i stroić system oraz kontrolować wzmacniacze mocy. Dostarcza kompletną informację o stanie i zdolności do pracy systemu przed i po przedstawieniu.

Moduł RCM-26 zapewnia połączenie pomiędzy wzmacniaczem PowerH i IRIS-Net, która jest platformą software'ową o otwartej architekturze, dla wszystkich zdalnie sterowanych urządzeń i systemów grupy Telex Pro Audio. Może on być konfigurowany, sterowany i monitorowany centralnie z pojedynczej jednostki sterującej. Software IRIS-Net zapewnia obecnie nie tylko współpracę z systemem CAN-Buss ale także z Ethernetem i Cobra-Net.

MODUŁ DSP RCM-26

Moduł RCM-26 jest dwukanałowym, cyfrowym sterownikiem, zapewniającym: korekcję parametryczną, funkcję zwrotnicy, opóźnienia, limity i kompresory. Jego liniowe, 24-bitowe przetworniki A/D i D/A sigma-delta z 28-krotnym nadpróbkowaniem, utrzymują zniekształcenia harmoniczne poniżej 0,005%. Częstotliwość próbkowania jest wybierana pomiędzy 96kHz a 48kHz z latencją 1,031ms.

Moduł RCM-26 oferuje wejścia i wyjścia cyfrowe AES3 (AES/EBU), podczas gdy wejścia PowerH mogą być używane dla sygnałów analogowych.

Za pomocą połączenia złączami CAN można zestawzić sieć liczącą do 100 wzmacniaczy. Jednakże, używając repeterów, możliwości sieci zwiększają się do 250 urządzeń, połączonych przewodami o ogólnej długości do 2km.

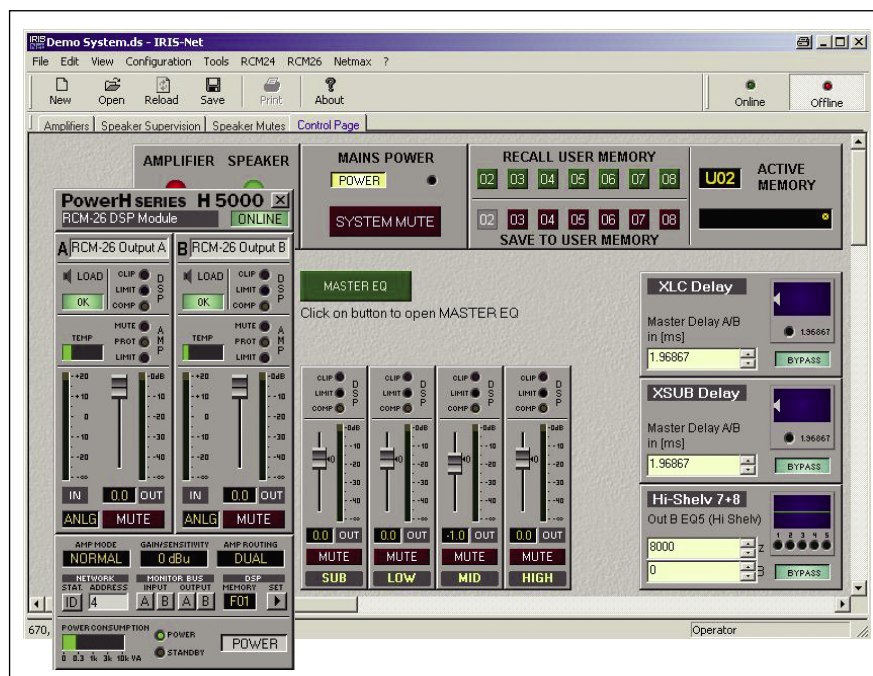
Wszystkie parametry modułu mogą być ustawiane w czasie rzeczywistym oraz zapisywane w pamięci użytkownika, skąd mogą być później szybko wywołane. Wszystkie ustawienia zapisane w RCM można wybrać i wywołać, korzystając z wyświetlacza na panelu czołowym wzmacniacza bez połączenia ze sterującym PC-tem.

FUNKCJE DSP W RCM-26

Korzystając z panelu sterującego DSP pod IRIS-Net można załadować do modułu, edytować oraz zapisywać gotowe presety dla wszystkich zestawów głośnikowych Dynacord i Electro-Voice. Panel sterujący DSP daje dostęp do typowych funkcji crossovera z charakterystykami Linkwitz-Riley, Butterworth i Bessel, sześć definiowanych filtrów na kanał w celu korekcji sygnału wejściowego,



Moduł RCM-26.



Dwa przykłady panelu sterowania w sieci IRIS-Net.

sześć filtrów dla sygnału wyjściowego oraz opóźnienie. Dostępne są również kompresor i limiter, a także master delay do 2s.

FILTRY FIR i IIR

Mocną stroną modułu RCM-26 są filtry FIR. Moduł zawiera dwa procesory DSP 150MHz, które mogą wykonywać do 300 milionów instrukcji na sekundę (MIPS). Z taką mocą obliczeniową możliwe jest zaimplementowanie – dodatkowo z tradycyjnie stosowanymi filtrami o nieskończonej odpowiedzi impulsowej IIR – filtrów o skończonej od-

powiedzi impulsowej FIR, również w czasie rzeczywistym. Wiele cyfrowych sterowników używa topologii filtrów wzorowanej na filtrach analogowych. Jednakże bardziej skomplikowane filtry, nieważne czy w domenie analogowej czy cyfrowej (IIR), wymagają pętli sprzężenia, aby osiągnąć pożądaną funkcję przejścia. Bez dostatecznej mocy obliczeniowej nie można zaprojektować filtrów bez pętli sprzężenia.

W przypadku filtrów FIR z funkcją przejścia o liniowej fazie istnieje możliwość realizacji stałego opóźnienia grupowego dla

wszystkich częstotliwości sygnału, czego nie da się osiągnąć w filtrach analogowych lub cyfrowych IIR. Realizacja funkcji brickwall w przypadku zwrotnicy, z niezwykle stromym nachyleniem i liniową charakterystyką fazową, zapewnia niezwykle wąskie pasmo nakładania się pasm pracy głośników. Filtracja FIR może być również zastosowana do linearyzacji ostatecznej charakterystyki częstotliwościowej i fazowej zestawu głośnikowego, znacznie poprawiając charakterystykę promieniowania głośnika, zarówno na osi głównej jak i poza nią.

KONFIGUROWALNY INTERFEJS UŻYTKOWNIKA

Złożone systemy wymagają intuicyjnych interfejsów użytkownika, które są proste w obsłudze. Moduł RCM-26 wykorzystuje do tego graficzny interfejs (GUI) IRIS-Net typu drag and drop. Biblioteka elementów graficznych: przyciski, suwaki (fadery), LEDy, mierniki, itp., może być używana do stworzenia w pełni konfigurowalnego przez użytkownika interfejsu w połączeniu z „wbudowaną” grafiką programu. Grupowanie funkcji operacyjnych daje możliwość stworzenia bardzo łatwych (w obsłudze) interfejsów użytkownika dla wysoce złożonych systemów audio.

Projektant systemu może wykreować panel roboczy, prosty do zrozumienia i łatwy w obsłudze dla mniej doświadczonych użyt-

owników. W tym celu IRIS-Net dostarcza do 32 warstw w ramach projektu, które można konfigurować tak, aby dostosować je do bardzo szerokiego wachlarza potrzeb. Ochrona za pomocą hasła pozwala projektantowi systemu na dostęp do wszystkich parametrów związanych z DSP i konfiguracją systemu, podczas gdy użytkownik ma dostęp tylko do ograniczonego zakresu funkcji i regulacji poziomów.

Rysunek 4 przedstawia konfigurację interfejsu zarządzającego systemem audio stadionu sportowego, w którym użytkownik ma tylko możliwość monitorowania i sterowania każdą strefą oraz dostęp do presetów konfiguracyjnych.

DIAGNOSTYKA I KONTROLA

Moduł RCM-26 pracując pod IRIS-Net w pełni kontroluje wzmacniacze PowerH, głośniki i kable. System jest pod ciągłą kontrolą, błędy zostają natychmiast wykryte i raportowane, wszystkie problemy i inne zdarzenia zostają zapisane wraz z data i godziną ich wystąpienia. Wszystkie parametry i ustawienia całego systemu mogą być zapamiętane i, korzystając z funkcji Total Recall, wywołane poprzez naciśnięcie jednego klawisza. Użytkownik może zaprojektować swoje własne panele sterujące, sekwencje automatyki oraz tworzyć grupy urządzeń i funkcji, aby dostosować je do indywidualnych aplikacji.

Moduł wysyła wszystkie istotne dane wzmacniacza do interfejsu IRIS-Net. Stan operacyjny wzmacniaczy mocy: temperatury w stopniach końcowych i zasilających, napięcie i prąd na wyjściach, stany obwodów zabezpieczających, napięcie zasilające i pobór prądu z sieci oraz status sieci – są monitorowane.

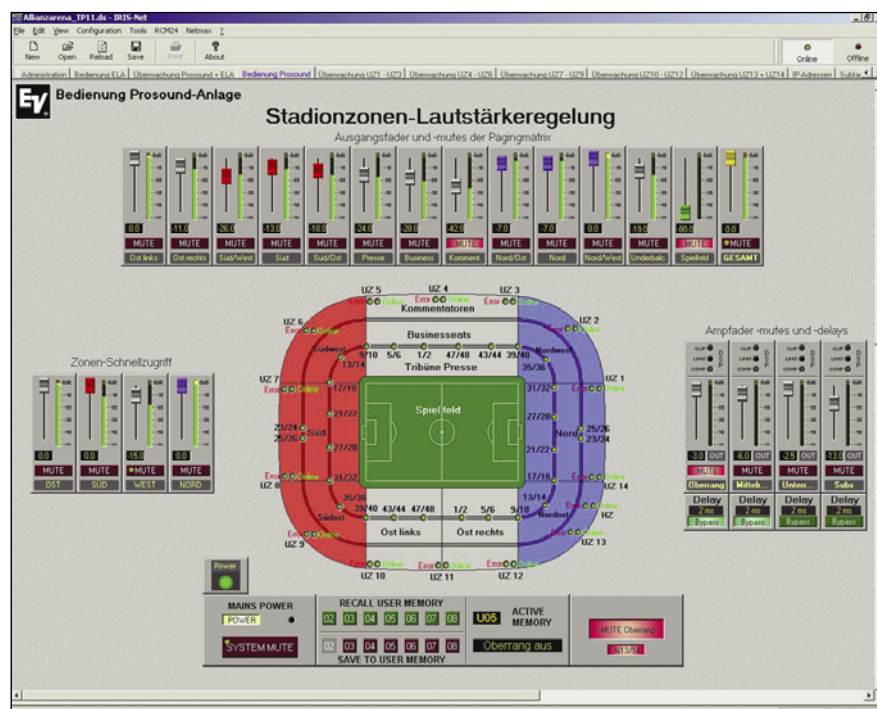
Wynik pomiaru impedancji, dokonywanego z wykorzystaniem przestrajanej fali sinusoidalnej w zakresie 20Hz-20kHz, jest porównywany z zapisanymi referencyjnymi odpowiedziami systemu na ten sygnał, w celu precyzyjnej diagnostyki zestawów, poczynając od ich komponentów, na połączeniach przewodów kończąc.

Kompletny status trudno dostępnych lub podwieszanych zestawów może być szybko i prosto określony. Dzięki funkcji System Check cały system audio – nawet bardzo rozbudowany, z setką wzmacniaczy mocy – może być po naciśnięciu jednego przycisku zmierzony i przetestowany w czasie mniejszym niż 60s. W każdym momencie pracy obciążenie może być monitorowane i jakiegokolwiek odstępstwo, wykraczające poza zakres tolerancji zadanych parametrów, może być automatycznie wykrywane i zgłaszane.

Świętujący swoje 60 urodziny, niemiecki producent sprzętu audio – Dynacord, ma swoją siedzibę w Straubing (niedaleko Monachium). Pierwsze miksery i wzmacniacze firmy pojawiły się na rynku z początkiem 1948 roku, jednakże od 1993 roku firma stawia na rozwój nie tylko w zakresie cyfrowej obróbki (DSP) i produkcji współpracującego oprogramowania, ale także wzmacniaczy mocy dla swojej siostrzanej firmy Electro-Voice (te same modele obu producentów są dostępne w sprzedaży pod różnymi nazwami handlowymi; system IRIS-Net jest dostępny w ofercie zarówno Dynacorda jak i Electro-Voice).

Seria wzmacniaczy PowerH, IRIS-Net i moduł RCM-26 stanowi połączenie wiedzy zdobytej przez dekady doświadczenia w przemyśle profesjonalnego audio w jednej, kompletny system.

Dystrybutorami systemów nagłośnieniowych Dynacord i Electro-Voice na rynku polskim są firmy (odpowiednio) **Tommex** (www.tommex.pl) oraz **Audio-Plus** (www.audioplus.pl).



Rysunek 4: Konfigurowalny panel sterowania oferujący szereg opcji wykorzystanych w instalacji nagłośnieniowej na stadionie Allianz Arena w Monachium.

Josef Taffner jest związany z firmą Dynacord od 1989 roku zaś z Head and Power Amplifier Engineering z grupy Telex/Evi Audio Group od 1997.