

Projekt zdalnego, wielokanałowego rejestratora sygnałów

Project of remote, multichannel recorder

STANISŁAW GRZYWIŃSKI
STANISŁAW ŻYGADŁO *

Materiały z XX SKWPIE, Jurata 2016 r.
DOI: 10.17814/mechanik.2016.7.133

W artykule przedstawiono przykład zdalnego rejestratora sygnałów, który został zaprojektowany i wykorzystany podczas badań zaburzeń generowanych przez poruszający się z prędkością naddźwiękową pocisk artyleryjski. Przedstawione stanowisko kontrolno-pomiarowe pozwala na zdalne sterowanie pracą wielokanałowego rejestratora poprzez bezprzewodową sieć Wi-Fi oraz na autonomiczną rejestrację przebiegów z czujników podłączonych do zaprojektowanego układu kondycjonowania i przełączania sygnałów.

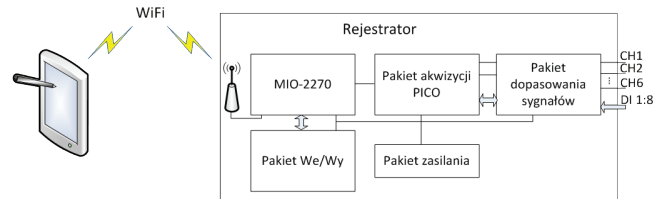
SŁOWA KLUCZOWE: akwizycja sygnału, układ kondycjonowania, zdalne sterowanie

The article describes the example of remote recorder, which was designed and used during the measure of the disturbances generated by projectile traveling with supersonic velocity. Presented system allows to remote control of multi-channel recorder via a wireless WiFi network and autonomous waveform registration from sensors connected to designed circuit.

KEYWORDS: signal acquisition, conditioning system, remote control

Pracownicy Zespołu Radioelektroniki wydziału Mechatroniki i Lotnictwa Wojskowej Akademii Technicznej od kilku lat przeprowadzą badania zjawisk generowanych przez uzbrojenie. Mają one na celu zebranie danych pomiarowych pozwalających na analizę przestrzenno-częstotliwościową sygnałów oraz na zgromadzenie sygnatur akustycznych pocisków i zakłóceń otoczenia [6]. Na tej podstawie opracowywane są algorytmy umożliwiające detekcję, lokację oraz rozpoznanie typu użytego uzbrojenia [3], a następnie są one implementowane w praktyce, np. do oceny strzelań artyleryjskich [4, 5]. Należy zaznaczyć, że prowadzenie takich badań z punktu widzenia bezpieczeństwa oraz z przyczyn logistycznych jest trudne do realizacji, ponieważ podczas strzelania nie dopuszcza się osób postronnych na stanowisko ogniowe. Jest to uciążliwe w przypadku, gdy zachodzi konieczność sprawdzenia poprawności działania urządzenia, rekonfiguracji układów pomiarowych lub weryfikacji poprawności przetwarzania danych na podstawie sygnałów rejestrowanych w kilku punktach pomiarowo-diagnostycznych. Należy wówczas przerwać prowadzenie strzelania. Obecnie stosuje się wiele komercyjnych rozwiązań autonomicznych rejestratorów [6], niemniej jednak są to rozwiązania drogie i często charakteryzują się parametrami, które nie spełniają wymagań dotyczących funkcjonalności oraz metod przetwarzania sygnałów. Dlatego też opracowano i uruchomiono przenośny rejestrator, który pozwala na zdalne rejestrowanie sygnałów kontrolno-diagnostycznych oraz sygnałów zaburzeń generowanych przez uzbrojenie (rys. 1).

Zdalne sterowanie rejestratorem zrealizowano za pomocą komputera przenośnego z wykorzystaniem sieci bezprzewodowej Wi-Fi, pozwalającego na autonomiczną rejestrację badanych przebiegów.



Rys. 1. Schemat przenośnego rejestratora

Model wielokanałowego rejestratora

Opracowany rejestrator składa się z:

- pakietu wejść/wyjść;
- komputera MIO-2270 wraz z niezbędnym oprogramowaniem;
- pakietu pamięci zewnętrznej komputera MIO-2270;
- pakietu akwizycji PICO 3206D [8];
- pakietu dopasowania sygnałów;
- pakietu zasilania;
- komputera zdalnego.

Rejestrator umożliwia pomiar parametrów sześciu sygnałów analogowych, doprowadzonych do złącz SMA, i ośmiu sygnałów cyfrowych, podłączonych do dwurzędowego złącza IDC. W przypadku wyladowania się baterii pakietu zasilacza rejestrator wyłącza się automatycznie, tak aby rejestrowane dane pomiarowe były zapisane na dysku FLASH i aby nastąpiło bezpieczne wyłączenie systemu operacyjnego komputera. Na obudowie została umieszczona kontrolka sygnalizacyjna, obrazująca stan rejestratora. Kolorem zielonym wskazuje ona włączenie i poprawną pracę, kolorem czerwonym – stan oczekiwania, a brak świecenia oznacza wyłączenie pakietu akwizycji PICO 3206D.

Pakiet wejść/wyjść stanowi swego rodzaju koncentrator pozwalający na połączenie urządzeń peryferyjnych z rejestratorem. Przewidziano złącza dla:

- monitora zewnętrznego – VGA;
- dysku przenośnego – USB 3.0;
- interfejsu Ethernet.

Podłączenie dysku przenośnego pozwala na zgranie zarejestrowanych danych pomiarowych. Przeznaczeniem interfejsu Ethernet jest komunikacja z komputerem zdalnym w trybie serwisowym. Na pakiecie został umieszczony układ MAX232, który konwertuje napięcia interfejsu RS-232 do poziomu TTL, właściwego dla interfejsu UART, co zapewnia poprawną komunikację komputera MIO-2270 z pakietem dopasowania sygnałów.

Komputer MIO-2270 (rys. 2a) to platforma, która pozwala na pracę bez dodatkowego chłodzenia. Wyposażona jest w procesor AMD G-Series SoC GX-415GA (Quad-Core) oraz maksymalnie 8 GB pamięci RAM. Zadaniem komputera jest zarządzanie pracą rejestratora za pomocą specjalistycznego oprogramowania napisanego w języku C++. Graficzny interfejs umożliwia sterowanie pracą oscyloskopu autonomicznie oraz w sposób zdalny, jak również wizualizowanie rejestrowanych przebiegów sygnałów wejściowych. Dodatkowym zadaniem

* Mgr inż. Stanisław Grzywiński (sgrzywinski@wat.edu.pl); dr inż. Stanisław Żygadło (szygadlo@wat.edu.pl) – Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Mechatroniki i Lotnictwa

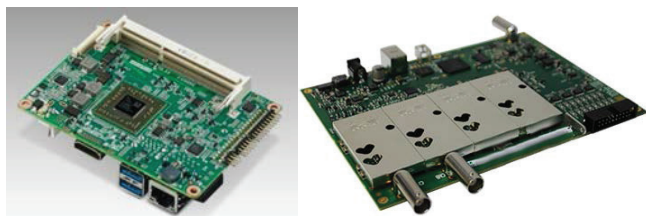
komputera jest odpowiednia konfiguracja pakietu przetwarzania PICO oraz rejestracja przebiegów na dysku flash.

Pakiet pamięci zewnętrznej komputera MIO-2270 został tak zaprojektowany, aby zapewnić przestrzeń pamięci, na której umieszczono system operacyjny wraz z niezbędnym, specjalistycznym oprogramowaniem.

Pakiet przetwarzania i akwizycji sygnałów oparto na karcie oscyloskopowej Pico 3206D. Posiada ona pasmo analogowe 200 MHz i duży bufor danych 512 MB oraz umożliwia rejestrację sygnałów z próbkowaniem 1 GS/s. Widok pakietu przedstawiono na rys. 2b.

Pakiet akwizycji Pico 3206D należy do przyrządów typu MSO (*mixed signal oscilloscope*) mierzących jednocześnie sygnały analogowe i cyfrowe. Sygnały analogowe są doprowadzane do 2 kanałów oscyloskopu za pomocą złączy SMA, natomiast sygnały cyfrowe są doprowadzane do 8 kanałów cyfrowych za pomocą taśmy oraz złącza 10 × 2 o rastrze 2,54 mm.

Rejestrator jest zasilany z baterii typu LiPo Gens 11.1V o pojemności 5300 mAh, co przy pełnym poborze mocy wystarcza na dwugodzinną pracę. W pakiecie zasilacza wykorzystano również przetwornicę impulsową DC/DC, która stabilizuje napięcie wyjściowe bloku na poziomie 11V niezależnie od stanu naładowania baterii.



Rys. 2. Widoki: a) komputer MIO-2270; b) pakiet akwizycji Pico 3206D

Ze względu na parametry rejestrowanych sygnałów, a w szczególności dużą dynamikę sygnałów zaburzeń generowanych przez uzbrojenie (rzędu 170 dB), kluczową rolę w opracowanym rejestratorze pełni pakiet dopasowania sygnałów. Przez pakiet ten przechodzą wszystkie mierzone sygnały. Ponadto układ kondycjonowania i przełączania sygnałów analogowych spełnia funkcję separacji galwanicznej dla sygnałów wejściowych, dopasowania impedancyjnego dla sygnałów analogowych oraz dopasowania poziomów napięć dla sygnałów cyfrowych.

Możliwość zdalnego, bezprzewodowego sterowania rejestratorem i bezprzewodowej wizualizacji wyników rejestracji zrealizowano, wykorzystując tablet. Jego widok wraz z działającą aplikacją rejestratora przedstawiono na rys. 3. Takie rozwiązanie pozwoliło na zdalną konfigurację rejestratora, co znacznie ułatwiło przeprowadzenie badań zaburzeń generowanych przez uzbrojenie.



Rys. 3. Tablet Dell Venue 11 Pro z aplikacją rejestratora

Oprogramowanie

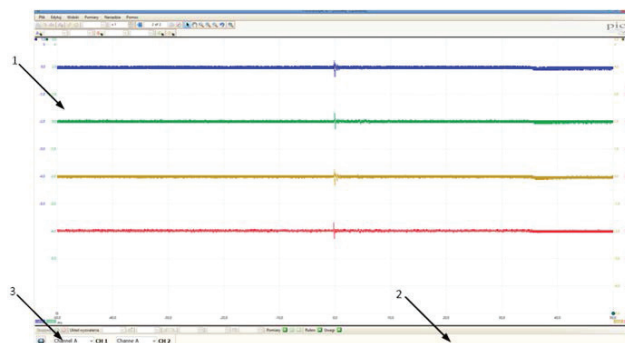
Na komputerze MIO-2270 zainstalowano system Windows 7 Professional ze względu na sprzętową optymalizację i standardowe przeznaczenie rodziny komputerów MIO do

tego systemu. Poza 32-bitową wersją systemu operacyjnego zainstalowano niezbędne sterowniki dostarczone przez firmę Advantech do obsługi układów peryferyjnych komputera. Specjalistyczne oprogramowanie rejestratora zostało napisane w języku C++, w sposób modułowy, z wykorzystaniem techniki programowania współbieżnego.

Podstawowe oprogramowanie zdalnego rejestratora składa się z następujących procesów:

- aplikacji pakietu akwizycji Pico 3206D – odpowiadającej za sterowanie i ustawienie odpowiedniej konfiguracji pakietu akwizycji oraz realizującej zadanie transmisji zarejestrowanych sygnałów analogowych i cyfrowych;
- aplikacji głównego procesu programu – odpowiadającej za obsługę interfejsu użytkownika, sterowanie, konfigurację i komunikację z pakietem dopasowania sygnałów;
- aplikacji HW_Monitor – pozwalającej monitorować stan napięcia zasilania, przez co możliwe jest automatyczne, bezpieczne wyłączenie rejestratora w przypadku przekroczenia minimalnego progu zasilania.

Graficzny opis oprogramowania przedstawiono na rys. 4, gdzie zaznaczono najważniejsze wskaźniki oprogramowania, tj.: 1 – proces aplikacji pakietu akwizycji Pico 3206D; 2 – proces programu głównego; 3 – kontrolki sterowania przełączaniem kanałów analogowych w pakiecie dopasowania sygnałów.



Rys. 4. Graficzny opis oprogramowania bloku oscyloskopu

Podsumowanie

Przedstawione w referacie stanowisko kontrolno-pomiarowe pozwala na zdalne sterowanie pracą wielokanałowego rejestratora poprzez bezprzewodową sieć Wi-Fi oraz na autonomiczną rejestrację przebiegów z czujników podłączonych do zaprojektowanego układu kondycjonowania i przełączania sygnałów. Wykorzystanie zaprezentowanego rejestratora pozwoliło na zebranie danych pomiarowych umożliwiających analizę przestrzenno-częstotliwościową sygnałów oraz na zgromadzenie sygnatur akustycznych pocisków.

LITERATURA

1. Sadler B.M., Pham T., Sadler L.C. „Optimal and wavelet-based shock wave detection and estimation”, *Journal Acoustic Society of America*. Vol. 104, No. 2, Pt.1, August 1998, pp. 955-963.
2. Whitham G.B. „The flow pattern of a supersonic projectile”. *Commun. Pure and Appl. Math.* Vol. 5, pp. 301-348, November 1952.
3. Pietrasieński J., Rodzik D., Grzywiński S. „Identyfikacja i pelengacja źródła dźwięku”, *Mechanik* 2011, nr 07/2011, CD, s. 681-688.
4. Grzywiński S., Rodzik D., Żygadło S. „Układ wyzwalania oraz zespół kondycjonowania sygnałów systemu oceny strzelań”. *Mechanik*, nr 07/2015.
5. Pietrasieński J., Rodzik D., Grzywiński S. „Wykorzystanie sieci akustycznych w pasywnej lokacji obiektów”. *Elektronika: konstrukcje, technologie, zastosowania*, 2014. Wyd. Sigma&NOT, s. 76-79.
6. Rodzik D., Grzywiński S., Podciechowski M., Żygadło S. „Wykorzystanie modułów pomiarowych LAN-XI do rejestracji i akwizycji parametrów wibroakustycznych lotu bezzałogowego statku powietrznego”. *Mechanik* 2014, nr 7.
7. <https://www.picotech.com>.