

INSTRUKCJA OBSŁUGI

**Phased Array
Piezo-Acquisition System
PAS-8000**

PL

EC ***ELECTRONICS***

Phased Array Piezo-Acquisition System

Niniejsze opracowanie jest własnością firmy EC Electronics, która zastrzega sobie wszelkie prawa, włącznie z prawami patentowymi i wzorów użytkowych.

Powielanie lub inne zastosowanie niniejszego opracowania, a także jego części, jak również przekazanie osobom trzecim, podlega naszemu pisemnemu zezwoleniu.

SPIS TREŚCI

I. INFORMACJE WSTĘPNE.....	5
1. Opis urządzenia.....	5
2. Budowa	5
3. Parametry.....	5
4. Montaż	6
II. OPIS MECHANICZNY.....	6
1. Panel przedni	6
2. Panel tylny.....	7
III. OPIS ELEKTRYCZNY	7
IV. UŻYTKOWANIE	8
1. Podłączenie do komputera	8
2. Podpięcie piezoelementów	8
3. Uruchomienie.....	9
4. Konfiguracja parametrów, pomiar i zbieranie danych	9
5. Zakończenie pracy	9
V. KONFIGURACJA PARAMETRÓW, POMIAR I ZEBRANIE DANYCH	9
1. Program	9
2. Struktura danych.....	12
VI. MOŻLIWE PROBLEMY, OSTRZEŻENIA I BŁĘDY	12
1. Ostrzeżenia o parametrach	12
2. Błędy	12
3. Problemy ogólne.....	12
VII. BEZPIECZEŃSTWO	13
VIII. SKŁAD ZESTAWU	14

INDEKS ILUSTRACJI

ILUSTRACJA 1: OKNO PROGRAMU OBSŁUGUJĄCEGO PAS-8000	10
--	----

I. INFORMACJE WSTĘPNE

1. Opis urządzenia

System PAS-8000 jest wielokanałowym układem do generacji i akwizycji fal sprężystych. Narzędzie służy do badania stanu cienkich płyt za pomocą generowania paczek falowych (paczek Lamba) oraz zbierania sygnałów zawierających informację o odpowiedzi badanego obiektu – wymuszenie oraz pomiary reakcji płyty realizowane są przez piezoelementy. Na podstawie odpowiedzi badanego obiektu można wykryć zarówno zewnętrzne, jak i wewnętrzne uszkodzenia płyty. Po zakończeniu eksperymentu dane wysyłane są przez interfejs USB do komputera PC i tam mogą być wyświetlone oraz analizowane w środowisku MatLab®.

Urządzenie pozwala na generowanie wielu paczek Lamba (wymuszeń) jednocześnie lub ze ściśle określonymi opóźnieniami. Dzięki temu możliwe jest wytworzenie kierunkowej fali nośnej w technologii *phased array/beamforming*.

Urządzenie umożliwia wczytywanie z zewnętrznych plików przebiegów do wygenerowania w technologii *Time reversal*. System pozwala na wygenerowanie zewnętrznych przebiegów w każdym kanale nadawczym niezależnie – mogą to być jednakowe lub różne przebiegi z jednakowym lub zadawanym opóźnieniem (również niezależnym).

2. Budowa

Budowa modułowa PAS-8000 pozwala na dostosowanie rozmiaru systemu do potrzeb użytkownika. Podzespołami systemu są moduł nadawczy PAS oraz sterujący moduł nadawczo-odbiorczy PAQ. Komponent PAS posiada tylko i wyłącznie kanały nadawcze i do jego prawidłowej pracy **wymagane jest** połączenie z modulem PAQ (sterującym częścią PAS). Część nadawczo-pomiarowa (PAQ) jest modulem autonomicznym i posiada 8 lub 16 torów, z których jeden może być nadawczym.

3. Parametry

PAS-8000 ma następujące parametry:

- ⑨ moduł nadawczo-pomiarowy PAQ (q – ilość podłączonych modułów):
- ⑩ parametry ogólne:
- ✦ zasilanie
..... 115/230 VAC, 60/50 Hz
..... złącze na panelu tylnym
- ✦generatory piezoelektryczne (rekomendowane)..... CMAP03
..... montowane bez uszkodzania struktury obiektu
- ✦ wymiary
..... rack 19" q-2 U
- ✦ waga
..... q-5 kg
- ✦ temperatura pracy 10-30°C
- ✦ maksymalna wilgotność względna 80%

⑩	paramet
ry pracy:	
+	liczba
kanałów nadawczych	q·(1 lub 0)
	parametry identyczne jak w modułach PAS
	złącza na panelu przednim
+	generow
anie sygnału ciągłego	0-4099 ms
+	liczba
kanałów pomiarowych	q·(7/15 lub 8/16)
	złącza na panelu przednim
+	zakres
pojemności obsługiwanych elementów	100 pF-500 nF
+	regulacj
a wzmocnienia toru odbiorczego	1, 1/2, 1/4, 1/8,
1/10, 1/20, 1/40, 1/80	
+	częstotli
wość próbkowania	2,5 MHz
+	rozdzielc
zość przetwornika analogowo-cyfrowego	24 bit
+	pretrigg
er TTL 3,3 V	0-100 ms
+	oczekiw
anie na trigger TTL 3,3 V z zewnątrz	maks. 5 s
⑨	moduł
nadawczy PAS (s – ilość połączonych modułów):	
⑩	paramet
ry ogólne:	
+	zasilanie
.....	115/230 VAC, 60/50 Hz
	złącze na panelu tylnym
+	generatory
piezoelektryczne (rekomendowane)	CMAP03
	montowane bez uszkodzania struktury obiektu
+	wymiary
.....	rack 19" s-2 U
+	waga
.....	s-10 kg
+	tempera
tura pracy	10-30°C
+	maksym
alna wilgotność względna	80%
⑩	paramet
ry pracy:	
+	liczba
kanałów nadających	s-8

★	regulacj
a amplitudy nadawanego sygnału	1, 1/2, 1/4, 1/8
★	częstotli
wość paczki Lamba	10-500 kHz
★	liczba
okresów paczki	1-16
	1-8 dla zakresu (20,35> kHz
	1-4 dla zakresu <10,20> kHz
★	modulac
ja paczki	okno Hanninga, trójkątne, prostokątne
★	opóźnie
ie wyzwalania paczki	niezależne dla każdego kanału
★	opóźnie
ie między generowanymi paczkami	1-1000 ms
★	zakres
pojemności obsługiwanych elementów	100 pF-500 nF
★	napięcie
wyjścia wzmacniacza	200 V (peak-to-peak)

4. Montaż

Moduły składowe systemu PAS-8000 mieszczą się w standardowych 19-calowych rackach o wysokości 2 U każdy. Na panelach przednich znajdują się złącza kanałów nadawczych i pomiarowych, diody sygnalizujące stan pracy oraz wyświetlacz (moduł PAQ). Na panelach tylnych umieszczone są złącza zasilające, przełączniki napięcia zasilania (115/230 VAC), złącza synchronizujące (BNC) oraz złącza komunikacyjne (USB). Cyrkulacja powietrza w module PAQ zapewniona jest wentylatorami i otworami na panelu tylnym, natomiast część nadawcza (PAS) posiada wentylatory na panelu górnym i otwory wentylacyjne na panelu tylnym.

Montując zestaw urządzeń w szafie przemysłowej należy zapewnić dostęp do paneli przednich (w celu swobodnego podłączania elementów piezoelektrycznych) oraz tylnych (dla podłączenia zasilania i kabla USB oraz umożliwienia przepływu powietrza chłodzącego urządzenie).

II. OPIS MECHANICZNY

1. Panel przedni

Opis panelu przedniego modułu PAQ:

- ⑨ ekran – wyświetlanie bieżących ustawień i parametrów pracy modułu,
- ⑨ *Power, PC connection, Ready, Active* – diody sygnalizujące stan urządzenia,
- ⑨ *Voltage output* – wyjście wzmacniacza ładunku (złącze BNC dla każdego kanału),
- ⑨ *Piezo sensor* – podłączenie piezoelementu (złącze SMA dla każdego kanału),
- ⑨ *Trigger out* – wyjście triggera zewnętrznego do wyzwalania urządzeń (złącze BNC),
- ⑨ *Trigger in* – wejście na trigger zewnętrzny do wyzwolenia eksperymentu (złącze BNC),

Phased Array Piezo-Acquisition System

⑨ *Active indicator* – stan aktywności piezogeneratora – dioda włączona w trakcie wysyłania paczki sygnału wymuszenia (dla każdego kanału).

Opis panelu przedniego modułu PAS:

⑨ *Power, Charge* – diody sygnalizujące stan urządzenia (odpowiednio zasilanie i naładowanie końcówek mocy),

⑨ *Ready, Active* – diody sygnalizujące stan kanału nadawczego (dla każdego kanału),

⑨ *Output* – podłączenie piezoelementu (złącze SMA dla każdego kanału).

2. Panel tylny

Opis panelu tylnego modułu PAQ:

⑨ *USB* – port podłączenia do komputera PC,

⑨ *COMM* – port połączenia modułów PAQ+PAS,

⑨ złącza BNC – złącza przeznaczone do synchronizacji urządzeń,

⑨ *110/230V* – wybór napięcia zasilania,

⑨ złącze zasilania z bezpiecznikiem zwłocznym w schowku pod złączem (bezpiecznik 630 mA, 230 VAC),

⑨ wentylatory.

Opis panelu tylnego modułu PAS:

⑨ *COMM* – złącza mini USB do komunikacji z innymi modułami,

⑨ złącza BNC – złącza do synchronizacji urządzeń,

⑨ *110/230V* – wybór napięcia zasilania,

⑨ złącze zasilania z bezpiecznikiem zwłocznym w schowku pod złączem (bezpiecznik 630 mA, 230 VAC),

⑨ wentylatory (otwory wlotowe na górnej blasze).

III. OPIS ELEKTRYCZNY

Jednostką sterującą systemem PAS-8000 jest jeden z modułów PAQ ustawiony w trybie *master*. Każda część nadawczo-odbiorcza (PAQ), jako jednostka autonomiczna, zbudowana jest w oparciu o jednostki zarządzające (układ programowalny FPGA i mikroprocesor) oraz bloki wykonawcze – część generującą paczki falowe (generator częstotliwości, generator obwiedni, mnożarka, końcówka mocy) i część pomiarową (wzmacniacz ładunku i napięcia, przetwornik analogowy-cyfrowy). Moduł PAS jest wyposażony w zwielokrotnioną część generującą paczki falowe, z których każda jestysterowana własnym mikroprocesorem.

Wymiana informacji pomiędzy urządzeniem a użytkownikiem odbywa się poprzez interfejs USB i środowisko MatLab®. Komunikacja między urządzeniami oparta jest na protokole szeregowym.

Proces mierzenia odpowiedzi obiektu realizowany jest dla każdego kanału pomiarowego osobno (multipleksowo) – synchronizacja torów nadawczego i pomiarowego pozwala na uzyskanie powtarzalności generowanych wzbudzeń z błędem na poziomie 2% i wykorzystanie pełnej częstotliwości próbkowania dla pojedynczego toru pomiarowego. Próbkowanie A/C odbywa się z rozdzielczością 24 bitów oraz częstotliwością 2,5 MHz. Przetwornik posiada wbudowany filtr anty-aliasingowy. Po przetworzeniu A/C następuje cyfrowa filtracja lub ustawianie odpowiedniego wzmocnienia.

Ze względu na ilość próbkowanych danych podczas pomiaru nie jest możliwe

Phased Array Piezo-Acquisition System

bezpośrednie przesyłanie ich do komputera PC. Z tego powodu FPGA jest wyposażone w pamięć RAM pozwalającą na przechowanie pełnego pomiaru. Po jego zakończeniu wszystkie dane z zakończonego eksperymentu są przenoszone do MatLaba® poprzez złącze USB.

Urządzenie posiada możliwość regulacji mocy generowanego jak i odbieranego sygnału. Jest to konieczne ze względu na specyfikę wykonywania pomiarów dla różnych materiałów (różne stopnie tłumienia fali, itp.).

Dla celów pomiarowych pasmo toru pomiarowego zostało ograniczone do 10-500 kHz.

Układ FPGA oraz mikrokontroler poza wykonywaniem zadań związanych z pomiarem zajmują się obsługą parametrów pracy urządzenia. Komunikacja pomiędzy urządzeniami PAQ i PAS dokonuje się za pomocą specjalnej wkładki, która za pomocą zegara z układu FPGA synchronizuje pomiary z częstotliwością 40 MHz.

IV. UŻYTKOWANIE

Kolejność operacji w trakcie używania układu PAS-8000:

1. Podłączenie do komputera

Przed włączeniem urządzenia należy koniecznie ustawić przełączniki napięcia zasilania wszystkich modułów (panel tylny) w odpowiedniej pozycji – 115/230VAC!

Wymiana informacji między urządzeniem PAS-8000 a komputerem następuje poprzez interfejs USB. W celu uruchomienia i poprawnego działania sprzętu zaleca się wykonanie następujących czynności:

- ⑨ połączenie modułu/modułów PAQ z komputerem za pomocą kabla USB,
- ⑨ instalacja sterowników Opal Kelly przy pierwszym uruchomieniu (dla systemu operacyjnego Microsoft Windows XP®) – uruchomienie pliku:

x:\FPGA drivers\runme.bat, należy upewnić się czy pliki są w odpowiednich lokalizacjach:
 okusb.inf → c:\windows\inf\
 okusb.sys → c:\windows\system32\drivers,

- ⑨ uruchomienie programu do obsługi urządzenia PAS-8000:

⑩ **oprogramowanie** **dostarczone w formie m-plików** – komenda *pas* w oknie komend w MatLabie® (folder roboczy powinien być ustawiony na folder z dostarczonym oprogramowaniem),

⑩ **oprogramowanie działające bez pełnego środowiska MatLaba®** – uruchomienie pliku instalacyjnego *pas_install*; po zainstalowaniu oprogramowania do folderu *distrib*, gdzie znajduje się plik wykonywalny *pas*, należy przenieść plik *wavesystem.bit*; w konsoli w odpowiedniej lokalizacji wpisać komendę *pas*,

- ⑨ podczas startu ładowany jest program do układów FPGA, jedno z urządzeń PAQ jest ustawiane jako *master*,

⑨ poprawne zliczenie urządzeń (modułów nadawczo-pomiarowych PAQ oraz kanałów nadawczych w module PAS) zakończone jest uruchomieniem okna programowego z odpowiednią liczbą poszczególnych części (niezależnie od formy dostarczonego oprogramowania obsługa urządzenia PAS-8000 jest identyczna).

Po wykonaniu powyższych operacji urządzenie jest gotowe do dalszego użytkowania.

2. Podpięcie piezoelementów

Phased Array Piezo-Acquisition System

Zestaw pomiarowy składa się ze spiętych modułów podłączonych do komputera i kompletu piezoelementów. Piezoelementy mają przylutowane kable zasilające zakończone złączem SMA. W celu przeprowadzenia eksperymentu należy podłączyć potrzebną ilość piezogeneratorów i piezoczuźników do odpowiednich złączy (nadawczych i pomiarowych) oraz przytwierdzić piezoelementy do badanej płyty za pomocą wosku, kaptonu lub kleju.

3. Uruchomienie

Włączenie zasilania PAS-8000 powinno nastąpić po włączeniu komputera. Dzięki temu komputer poprawnie rozpozna i zainstaluje urządzenie.

4. Konfiguracja parametrów, pomiar i zbieranie danych

Operacje dotyczące ustawień i obsługi urządzenia PAS-8000 opisane są w rozdziale V – „Konfiguracja parametrów, pomiar i zebranie danych”.

5. Zakończenie pracy

Wyłączenie PAS-8000 powinno nastąpić w stanie spoczynku systemu po wcześniejszym wyjściu z programu. Przełączenie włącznika odcina doprowadzanie zasilania do urządzenia. Ponowne uruchomienie może zostać przeprowadzone bez restartowania komputera.

Okno programowe jest „chronione”, dzięki czemu wpisanie w linii komend MatLaba® *close all* nie spowoduje jego zamknięcia.

V. KONFIGURACJA PARAMETRÓW, POMIAR I ZEBRANIE DANYCH**1. Program**

Po wpisaniu komendy *pas* w linii komend MatLaba® uruchomi się okno programowe z odpowiednią liczbą modułów nadawczych i pomiarowych. Gdy urządzenie jest gotowe do pracy, czyli wykonania pojedynczego eksperymentu, przycisk *Make measurement* przyjmuje kolor pomarańczowy.

Okno programowe (przedstawione na Ilustracji 1) składa się z trzech części:

- ⑨ nadawczej – górna część okna, odpowiedzialna za przygotowanie parametrów nadawanych sygnałów dla każdego kanału nadawczego; kanały nadawcze podane są w kolejności malejącej PAS -> PAQ,
- ⑨ odbiorczej – lewa dolna część okna, w której ustawiane są parametry dotyczące pomiaru i akwizycji danych,
- ⑨ operacyjnej – prawa dolna część okna, zawierająca przyciski funkcyjne służące do wykonywania głównych operacji.

Figure 1: PAS-8000 - Phased-Array System

Excitation parameters ☐ spread among										Gen. no 8	Gen. no 7	Gen. no 6	Gen. no 5	Gen. no 4	Gen. no 3	Gen. no 2	Gen. no 1	Gen. in PAQ no 1
Active generator		☒		☒		☒		☒		☒		☒		☒		☒		☒
Excitation frequency [kHz]		100		100		100		100		100		100		100		100		100
Number of periods in package		8		8		8		8		8		8		8		8		8
Window modulation: triangle rectangle Hanning		☒		☒		☒		☒		☒		☒		☒		☒		☒
		☐		☐		☐		☐		☐		☐		☐		☐		☐
		☐		☐		☐		☐		☐		☐		☐		☐		☐
External excitation / Long signal [ms]		☐		☐		☐		☐		☐		☐		☐		☐		0
Package delay [μs]		0		0		0		0		0		0		0		0		0
Output gain: 1 1/2 1/4 1/8		☒		☒		☒		☒		☒		☒		☒		☒		☒
		☐		☐		☐		☐		☐		☐		☐		☐		☐
		☐		☐		☐		☐		☐		☐		☐		☐		☐
		☐		☐		☐		☐		☐		☐		☐		☐		☐
Power correction		1		1		1		1		1		1		1		1		1
Delay [ms]		100																

Measuring parameters								☒ PAQ no 1 master		Load external excitation	All channels measure
Channel no	1	2	3	4	5	6	7	8			
Active sensors	☐	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒			
Generator	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐			
Trigger delay [ms]	0										
Wait for trigger	☐										
Measuring duration	5ms ☒	10ms ☐	50ms ☐	100ms ☐	200ms ☐	500ms ☐	1s ☐				
Input gain	1 ☒	1/2 ☐	1/4 ☐	1/8 ☐	1/10 ☐	1/20 ☐	1/40 ☐	1/80 ☐			

MAKE MEASUREMENT	
Plot all	Plot all on one
Save & clear	Clear data
PAS-8000 system info	

Ilustracja 1: Okno programu obsługującego PAS-8000

Menu programu:

➔ File:

10 Save as
– zapisanie sesji pomiarowej (sesja pomiarów od pierwszego eksperymentu lub od ostatniego zapisu danych z opcją kasowania – *Save & clear*) do pliku *.mat,

⑩ *Save & clear* – zapisanie sesji pomiarowej do pliku *.mat lub *.dat+*.txt i rozpoczęcie nowej sesji,

10 *Exit* – wyjście z programu,

➔ Plot – graficzne wyświetlenie pomiarów zebranych przez dane urządzenie:

⑩ Draw last measurements – wyświetlenie pomiarów z ostatniego eksperymentu – każdy kanał w osobnych oknach,

⑩ Draw last measurements in one – wyświetlenie pomiarów z ostatniego eksperymentu – wszystkie kanały w jednym oknie.

Parametry programu:

→ parametry kanałów nadawczych (górna część okna):

⑩ *spread among all* – zaznaczenie zablokuje modyfikowanie wartości parametrów dla wszystkich kanałach generujących oprócz pierwszego, z którego wartości będą przekopiowane do pozostałych torów nadawczych,

⑩ *Active generator* – pola wyboru kanałów będących aktualnymi generatorami wzbudzenia,

⑩ *Excitation frequency* – częstotliwość sygnału wymuszenia dla danego kanału nadawczego w [kHz],

⑩ *Number of periods in package* – liczba okresów tworzących sygnał wymuszenia dla danego kanału nadawczego,

⑩ *Window modulation* – typ okna modulacji paczki generowanej przez dany kanał nadawczy,

⑩ *External excitation* – opcja załadowania przebiegu wzbudzenia z prostego generatora funkcyjnego lub pliku zewnętrznego *.mat lub *.dat, po ustawieniu przebiegu zewnętrznego w celu wygenerowania go przez przetwornik piezoelektryczny należy wykonać operację ładowania danych do układów programowalnych – przycisk funkcyjny *Load external excitation*,

⑩ *Long signal [ms]* – opcja generowania ciągłego wzbudzenia sinusoidalnego o zadanej w polu *Excitation frequency* częstotliwości, wpisana wartość zaokrąglana jest do wielokrotności 32 ms; aktywacja ciągłego wzbudzenia ustawia wzbudzenie na kanał 1 i pomiar na kanał 2 w urządzeniu PAQ,

⑩ *Package delay* – opóźnienie danego sygnału wymuszenia,

⑩ *Output gain* – wzmocnienie sygnału dla danego kanału nadawczego,

⑩ *Power correction* – współczynnik korekcyjny do skalowania kanałów nadawczych,

⑩ *Delay* – minimalna przerwa pomiędzy generowaniem serii wzbudzeń dla kolejnego kanału pomiarowego (wspólna wartość dla wszystkich urządzeń) w [ms],

→ parametry kanałów odbiorczych (lewa dolna część okna):

⑩ *master* – pole wyboru urządzenia nadawczo-odbiorczego, które będzie zarządzało startem i synchronizacją eksperymentu (tylko jeden moduł PAQ może być *masterem*),

⑩ *Active sensor* – pola wyboru kanałów urządzenia PAQ, które mają zbierać odpowiedź badanego obiektu (kanał nie może jednocześnie być generatorem i czujnikiem z priorytetem dla generatora),

⑩ *Generator* – pola wyboru kanału urządzenia PAQ, który ma wygenerować sygnał wzbudzenia (wszystkie pola mogą być puste),

⑩ *Trigger delay [ms]* – czas wyprzedzenia pretriggera TTL 3,3 V wystawianego do wyzwalania urządzeń zewnętrznych przed rozpoczęciem eksperymentu, sygnał wystawiany na złączy *Trigger out* na panelu przednim,

Phased Array Piezo-Acquisition System

- ⑩ *Wait for trigger* – zaznaczenie pola oznacza 5-sekundowe oczekiwanie na podanie triggera z zewnątrz na złączu *Trigger in* na paleniu przednim w celu rozpoczęcia eksperymentu,
- ⑩ *Measuring duration* – czas trwania pomiaru (wspólna wartość dla wszystkich urządzeń PAQ),
- ⑩ *Input gain* – wzmacnienie sygnału dla kanałów pomiarowych,
- ➔ przyciski funkcyjne (prawa dolna część okna):
- ⑩ *Load external excitation* – wysłanie przygotowanych przebiegów zewnętrznych do układów programowalnych,
- ⑩ *Activate all measuring channels* – aktywacja wszystkich możliwych kanałów pomiarowych – wyłączenie kanałów generujących modułów PAQ,
- ⑩ *Make measurement* – przycisk rozpoczynający pojedynczy eksperyment; gdy urządzenie jest gotowe do pomiarów, przycisk ma kolor pomarańczowy,
- ⑩ *Plot all/Plot all in one* – analogicznie jak w menu,
- ⑩ *Save & clear* – analogicznie jak w menu,
- ⑩ *PAS-8000 system info* – wyświetlenie informacji o używanym systemie PAS-8000.

Po ustawieniu wymaganych parametrów paczek w celu rozpoczęcia eksperymentu należy wcisnąć przycisk *Make Measurements*. Po zebraniu danych z modułów PAQ są one konwertowane do formatu dziesiętnego, po czym można je wyświetlić w postaci graficznej (*Plot all/Plot all in one*).

2. Struktura danych

Sesja pomiarowa jest tymczasowo zapisywana w przestrzeni roboczej MatLaba® w strukturze *pas_measurement*. Zapis sesji może odbywać się na dwa sposoby – bez kasowania sesji lub z kasowaniem danych sesji. We wszystkich przypadkach – niezapisanych i zapisanych danych – struktura pomiarowa ma wymiary p-na-q, gdzie *p* (liczba rzędów) jest liczbą eksperymentów w sesji, a *q* (liczba kolumn) to liczba urządzeń PAQ biorących udział w eksperymencie. Struktury te zawierają rekordy eksperymentów z zapisanymi parametrami i danymi pomiarowymi w formie:

```

no_session: 1
no_measurement: 3
no_paq: 1
master: 'master'
generator: [1 1 1 1 1 1 1 1]
sensors: [2 3 4 5 6 7 8]
long_signal: 0
trigger_delay: 0
no_periods: [8 8 8 8 8 8 8 8]
excitation_frequency: [100 100 100 100 100 100 100 100 100]
window: 'tri tri tri tri tri tri tri tri'
package_delay: [0 0 0 0 0 0 0 0]
outgain: '1 1 1 1 1 1 1 1'
power_correction: [1 1 1 1 1 1 1 1]
ingain: '1'
delay: 100
meas_dur: '5ms'
time: [1x12500 double]
package: [1x12500 double]
```

measurement: [7x12500 double]
sampling_frequency: 2500000

W przypadku zapisania danych do formatu *.dat, sesja pomiarowa zostaje zapisana w liczbie p-q par plików:

→ z danymi – PAQ#q_SES#x_MEAS#p.dat (x oznacza numer sesji pomiarowej), gdzie w kolejnych kolumnach znajdują się wektory: czasu, pomiaru paczki referencyjnej, danych zebranych z kolejnych kanałów,

→ z opisem eksperymentu – PAQ#q_SES#x_MEAS#p_parameters.txt, w którym zapisane są parametry danego eksperymentu.

VI. MOŻLIWE PROBLEMY, OSTRZEŻENIA I BŁĘDY

1. Ostrzeżenia o parametrach

Jeśli wartość parametru wprowadzana przed eksperymentem przekroczy dopuszczalny zakres (ustalony przez producenta), zostanie wyświetlone odpowiednie ostrzeżenie. Po naciśnięciu przycisku *OK* wartość danego parametru zostanie ustawiona jako dopuszczalne minimum lub maksimum, w zależności od tego, która granica zakresu została przekroczona. Jest to szczególnie ważne w przypadku ustalania większych ilości okresów przy małych częstotliwościach sygnału wzbudzającego (szczegóły na początku instrukcji obsługi w części dotyczącej parametrów).

2. Błędy

Okno błędu może pojawić się w dwóch przypadkach. Pierwszy – kiedy podczas startu oprogramowanie nie wykryje żadnego urządzenia PAQ podłączonego do komputera (przez co nie zostaną też rozpoznane żadne tory nadawcze). Należy w takim wypadku sprawdzić czy urządzenia są poprawnie zasilone i podłączone do komputera. Po weryfikacji połączeń należy ponownie uruchomić oprogramowanie.

W przypadku, gdy liczba urządzeń PAQ lub liczba wykrytych kanałów nadawczych nie zgadza się ze specyfikacją zamówionego systemu, należy spróbować wyłączyć urządzenia z zasilania i uruchomić oprogramowanie ponownie. Gdy problem będzie się powtarzał, prosi się o kontakt ze sprzedawcą/producentem.

Druga sytuacja, w której pojawia się komunikat o błędzie ma miejsce, gdy układy scalone i oprogramowanie nie mogą się skomunikować więcej niż 10 razy. Wówczas następuje wyłączenie układów oraz zostaje wyświetlona odpowiednia wiadomość, po wyłączeniu której należy zrestartować oprogramowanie.

Problemy dotyczące bezpieczeństwa opisano w następnym rozdziale.

VII. PIEZOELEMENTY

System PAS-8000 wyposażony jest w elementy piezoceramiczne, które mogą służyć zarówno jako czujniki jak i wzbudniki drgań. Parametry czujników:

- wielkość mierzona – napięcie (ładunek elektryczny),
- zakres pomiarowy – 200 V_{peak to peak},
- typ wyjścia – sygnał napięciowy,
- zasilanie – napięcie regulowane w zakresie 200 V_{peak to peak},
- rozmiar – 5x5x2 mm,
- waga – <2 g,
- montaż na badanej strukturze za pomocą wosku,
- maksymalna temperatura pracy – 200°C,

- ➔ temperatura Curie – 350°C,
- ➔ materiał – lekko domieszkowy cyrkoniano-tytaniań ołowiu,
- ➔ częstotliwość rezonansowa bez obciążenia – >500 kHz,
- ➔ posrebrzane, drukowane elektrody zewnętrzne,
- ➔ pojemność – 100 nF.

Każdy piezoelement posiada przyłutowane 10-centymetrowe kable zasilające o określonej polaryzacji (czerwony - „+”, biały/czarny - „-”), zakończone złączem wtykowym, do którego dostarczony jest przewód o długości 2 m zakończony męskim złączem SMA.

VIII. SKŁAD ZESTAWU

W skład zestawu PAS-8000 wchodzi:

- ⑨ system do generacji i akwizycji fal sprężystych:
- ⑩ jeden 8-kanalowy moduł nadawczo-odbiorczy PAQ obsługujący triggery wejściowe oraz wyjściowy w obudowie 19" 2 u,
- ⑩ jeden 8-kanalowy moduł nadawczy PAS w obudowie 19" 2 U,
- ⑩ zestaw 16 piezoelementów z przyłączami,
- ⑩ 16 sztuk 2-metrowych przewodów do połączenia piezoelementów z urządzeniami PAQ i PAS,
- ⑨ sterowniki do układu FPGA,
- ⑨ oprogramowanie – m-pliki MatLaba®,
- ⑨ instrukcja obsługi,
- ⑨ kable zasilające,
- ⑨ hub USB z kablami.

IX. BEZPIECZEŃSTWO



UWAGA! Urządzenie jest zasilane wysokim napięciem! Należy koniecznie upewnić się o ustawionym napięciu zasilania – przełącznik na tylnym panelu.

UWAGA! Urządzenie wysyła impulsy o wysokim napięciu –

podczas obsługi należy zachować szczególną ostrożność.

UWAGA! Podczas montowania piezoelementów na płytach metalowych nie można pod żadnym pozorem zewrzeć złączy zasilających piezoelement z badanym obiektem.

UWAGA! Po jakimkolwiek problemie dotyczącym zasilania urządzenia należy sprawdzić czy dioda na przycisku włączającym urządzenie na panelu tylnym pali się. Jeśli dioda się nie świeci, należy wymienić bezpiecznik znajdujący się pod złączem zasilania.