

Mgr inż. Paweł Chojnacki  
Wydział Prób i Badań  
PZL-Świdnik S.A.

stud. V roku Stawomir Głaz  
Koło Naukowe „Napędu i Automatyki”  
Wydział Elektryczny, Politechnika Lubelska

## **System automatycznej kontroli pracy stoisk badawczych oparty na rejestratorach TA11 firmy Gould.**

*Omówiono sposób wykorzystania rejestratorów TA11 firmy Gould w PZL-Świdnik S.A. do monitorowania pracy stoisk badawczych przy użyciu komputera klasy IBM PC oraz interfejsów GPIB.*

### **The automatic monitoring system for testing stations maintained of TA11 Recorders (Gould Instrument Systems, Inc.)**

*Authors describes the way of using TA11 Recorders at PZL-Świdnik S.A. for monitoring test station works. In this method IBM PC computers and GPIB interface are applied.*

#### **1. CHARAKTER PRÓB I POMIARÓW PROWADZONYCH NA WYDZIALE PRÓB I BADAŃ STOISKOWYCH PZL-ŚWIDNIK S.A.**

Wydział Prób i Badań będący integralną częścią Zakładu Badawczo-Rozwojowego PZL-Świdnik S.A. zajmuje się prowadzeniem prób i badań podzespołów śmigłowców. Są to zarówno próby statyczne (obciążenia stałe) jak i dynamiczne (obciążenia zmienne). Próby dynamiczne mają charakter zarówno zużyciowy (badanie stopnia zużycia podzespołów) jak i zmęczeniowy (badanie wytrzymałości zmęczeniowej podzespołów). Odrębną grupę stanowią próby funkcjonalne (badanie skuteczności działania urządzeń, np. pyłofiltrów).

Sposób prowadzenia prób oraz wartości zadawanych obciążeń są ściśle określone. Wynika z tego konieczność stosowania odpowiedniej aparatury pomiarowej oraz układów sterowników mikroprocesorowych i przemysłowych układów PC. Umożliwia to dokładne zadawanie obciążeń oraz współpracę z układami monitorowania i komunikacji z otoczeniem.

Kontrola zadawanych obciążeń w większości polega na pomiarze odkształceń w określonych miejscach badanego detalu, poprzez rejestrację sygnałów napięciowych pochodzących z mostków tensometrycznych. Uzyskane wyniki poddawane są analizie numerycznej i ocenie specjalisty prowadzącego próbę. Analiza ta dotyczy zarówno zmian w czasie makro i mikro.

Do rejestracji i analizy sygnałów wykorzystuje się aparaturę pomiarową i oprogramowanie znanych firm. Aparatura ta charakteryzuje się wymaganymi dla zastosowań przemysłowo-laboratoryjnych wysokimi parametrami takimi jak: dokładność pomiarów, odporność na zakłócenia przemysłowe (zanieczyszczenia, drgania, pola elektromagnetyczne).

## 2. KRÓTKA CHARAKTERYSTYKA REJESTRATORA TA11.

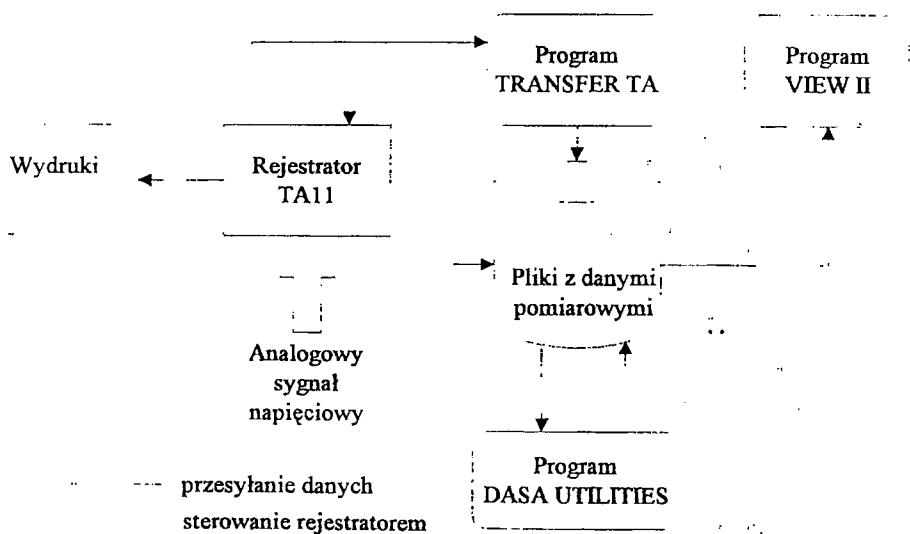
Podstawową cechą funkcjonalną rejestratorów jest zapis zmian wartości wielkości mierzonej w funkcji innej wielkości. Rejestratory TA11 firmy GOULD należą do grupy cyfrowych przyrządów rejestrujących. Umożliwiają zapis przebiegów napięciowych w funkcji czasu, jak też wykreślenie zależności funkcjonalnych pomiędzy napięciami w dwóch kanałach pomiarowych. Charakteryzują się bardzo dużą częstością próbkowania i wysoką dokładnością pomiarów. Są wyposażone w specjalistyczne oprogramowanie firmowe:

TRANSFER TA - program do transferu danych z rejestratora do komputera;

DASA UTILITIES - program do zarządzania plikami z danymi pomiarowymi;

VIEW II - program do obróbki matematyczno-statystycznej danych pomiarowych.

Rejestratory wraz z oprogramowaniem mogą zatem pracować jako autonomiczne systemy pomiarowe. Rysunek 1 przedstawia za pomocą schematu blokowego wzajemne relacje między elementami systemu .



Rys. 1 Schemat blokowy systemu pomiarowego GOULD

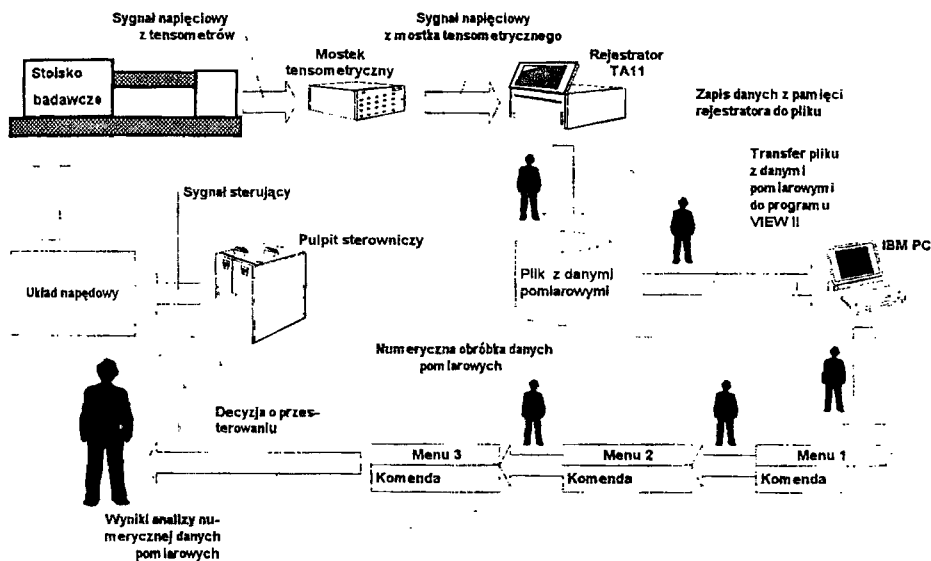
Mimo swoich bardzo wielu zalet oraz spełniania wysokich parametrów technicznych wyżej przedstawiony system nie spotkał się z entuzjastycznym przyjęciem wśród użytkowników na Wydziale Prób i Badań PZL-Świdnik S.A. Wynikało to ze specyfiki prowadzonych pomiarów oraz z pewnych „nieprzyjaznych” użytkownikowi cech rejestratora i oprogramowania.

Specyfiką kontroli poprawności pracy stoisk badawczych jest opieranie się na wartościach średnich i amplitudzie obciążeń działających na badany element, generowanych przez mechanizmy stoiska. System bazujący tylko na rejestratorze TA11 z dostarczonym wraz z nim oprogramowaniem nie pozwala na szybkie określenie tych dwóch parametrów nie mówiąc już o monitoringu tych wartości w trybie on-line. Otrzymanie konkretnych wartości dla interesujących użytkownika parametrów wiąże się z wieloma koniecznymi do wykonania operacjami:

- skonfigurowanie poszczególnych kanałów rejestratora;

- ręczne „uzbrojenie” rejestratora (proces uzyskania stanu ustalonego w obwodach wejściowych rejestratora);
- zapisanie zarejestrowanych w pamięci rejestratora danych pomiarowych na dyskietkę typu PCMCIA do odpowiedniego pliku lub przy pomocy programu Transfer TA do odpowiedniego pliku w pamięci masowej współpracującego komputera;
- obróbka matematyczno-statystyczna danych z odpowiedniego pliku, wiążąca się z koniecznością wywołania wielu komend w programie VIEW II.

Rysunek 2 ilustruje proces pomiaru, obróbki danych pomiarowych i sterowania przy użyciu istniejącego oprogramowania firmy Gould.

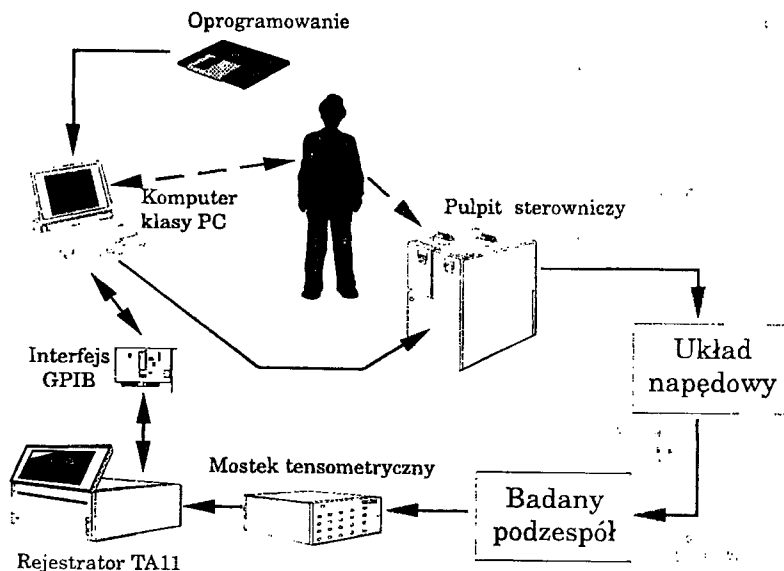


Rys. 2 Schemat procesu rejestracji, obróbki danych pomiarowych i sterowania przy użyciu standardowego oprogramowania firmy GOULD

Przedstawiony na powyższym rysunku proces wymaga stałego udziału człowieka i jest czynnością długotrwałą. Wykonywanie tylu operacji w warunkach warsztatowych przy stoisku badawczym uniemożliwia ciągłą kontrolę jego pracy a zwłaszcza płynnej jego regulacji. Wprawdzie rejestrator TA11 wyposażony jest w wyświetlacz ciekłokrystaliczny, na którym wizualizowany jest przebieg rejestrowanego sygnału, jak również w drukarkę umożliwiającą jego wydruk, to nie pozwala on bez odpowiednich przeliczeń uzyskać nawet tak podstawowych parametrów jak średnia wartość sygnału i jego amplituda. Również obsługa interfejsu użytkownika oparta na aktywnym menu (touch screen) jest dość uciążliwa i żmudna. Z tego powodu koniecznym stało się przystosowanie obsługi i oprogramowania rejestratorów TA11 do potrzeb użytkowników Wydziału Prób i Badań Stoiskowych PZL-Świdnik S.A.

### 3. KONCEPCJA WYKORZYSTANIA REJESTRATORÓW TA11 DO MONITOROWANIA PRACY STOISK BADAWCZYCH

Aby podnieść atrakcyjność rejestratora TA11 i przystosować go do monitorowania pracy stoisk, wykorzystano interfejs GPIB (IEEE-488) do komunikacji rejestratora z komputerem klasy IBM-PC (rys. 3). Interfejs ten jest powszechnie stosowany w systemach pomiarowych gwarantując bardzo szybką i pewną komunikację pomiędzy urządzeniami. Ograniczenia w szybkości realizacji zadań w systemach GPIB wynikają głównie z szybkości interpretacji i wykonania poleceń przez urządzenia pracujące na magistrali. W przypadku rejestratora TA11, np. na uzbrojenie do wykonania pomiaru oczekuje się ok. 3 sekundy.



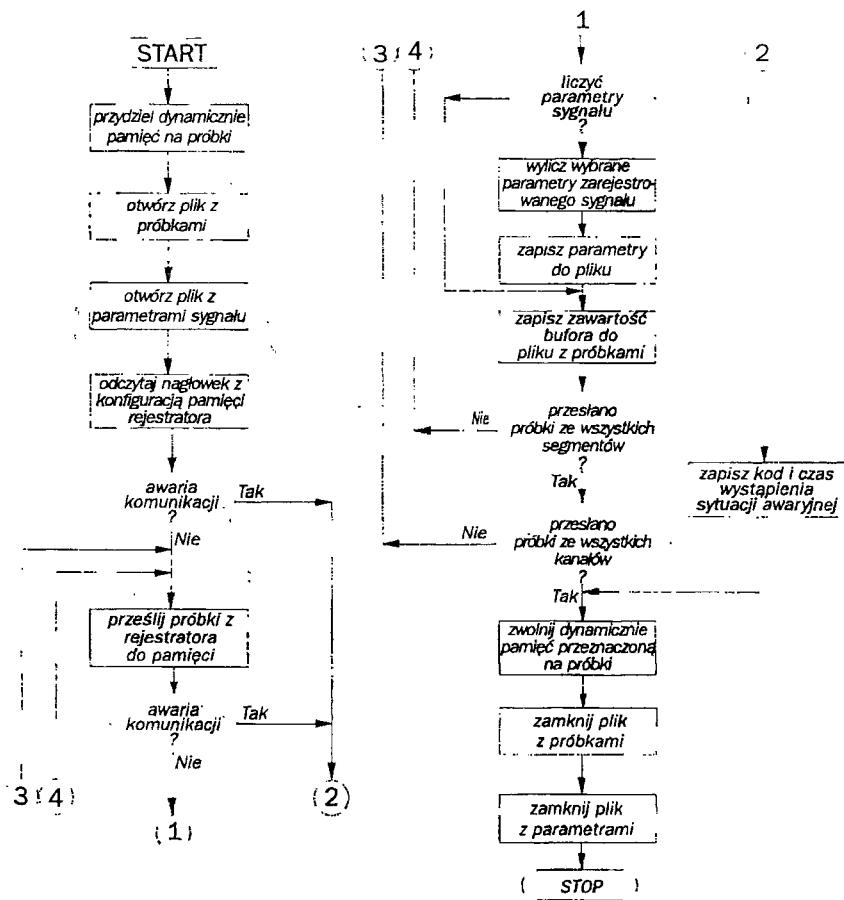
Rys. 3 Przebieg procesu pomiarowego w projektowanym systemie

#### 3.1 Opis procesu zbierania danych

TA11 jest w pełni samodzielnym urządzeniem pomiarowym. Wyposażony jest we własną pamięć o pojemności max. 8 MS, do której gromadzone są dane pomiarowe. Pamięć jest logicznie podzielona na kanały, a te z kolei na segmenty. Po wyzwoleniu pomiaru rejestrator nie wystawia na magistralę GPIB kolejnych wartości napięcia, lecz zapęnia pamięć próbkami. Dane nie są więc dostępne on-line, tylko dopiero po zapęnieniu całej pamięci próbkami. Stanowi to ograniczenie w wykorzystaniu tego rejestratora do monitorowania. Dlatego też projektowany system pomiarowy zbiera dane cyklicznie. W jednym cyklu zawierają się: uzbrojenie rejestratora, wyzwolenie, zbieranie próbek do pamięci rejestratora, przesłanie danych z pamięci rejestratora do pamięci komputera za pośrednictwem interfejsu GPIB, obróbka danych (wyliczenie kluczowych parametrów sygnału), odpowiednia decyzja systemu. Nie jest to zatem system monitorowania w czasie rzeczywistym. Jednak ze względu na naturę badań przeprowadzanych w Zakładzie Badawczo Rozwojowym PZL-Świdnik S.A. - całkowicie wystarczający.

Wartości napięcia są zapisywane w postaci liczb w wewnętrznej pamięci rejestratora. Przesyłanie danych odbywa się w trybie binarnym. Zapisywane wartości próbek są rezultatem próbkowania rejestrowanych przebiegów napięciowych. Rozdzielczość przetwornika A/C wynosi 12 bitów, co oznacza że każda próbka potrzebuje 2B i reprezentuje liczbę z zakresu od 0 do 4096. Wielkość bufora GPIB rejestratora TA11 wynosi 8KB, dlatego też jednorazowo można przesłać do 4000 próbek. Do wyliczenia wartości napięcia jest potrzebnych kilka parametrów (m.in. pełny zakres napięciowy wyrażony w voltach), które są dostępne w nagłówku (preamble). Jest to specjalna struktura danych zawierająca również informacje o konfiguracji pamięci rejestratora (np. ilość kanałów, segmentów) i parametrach pomiaru (np. częstość próbkowania). Uproszczony algorytm transmisji danych pomiarowych z rejestratora do komputera przedstawiono na rys. 4. Przesyłane dane są gromadzone w wyznaczonym obszarze pamięci komputera, po czym następuje wyliczenie charakterystycznych parametrów sygnału (głównie wartość średnia i amplituda), wyświetlenie ich na ekranie komputera i zapis danych pomiarowych do pliku.

Przesyłanie rozkazów programujących i danych pomiarowych odbywa się przy wykorzystaniu standardowych bibliotecznych funkcji i procedur interfejsowych dołączonych przez producenta interfejsu. Oprogramowanie jest pisane w języku C.



rys. 4 Algorytm transmisji danych pomiędzy TA11 a IBM PC

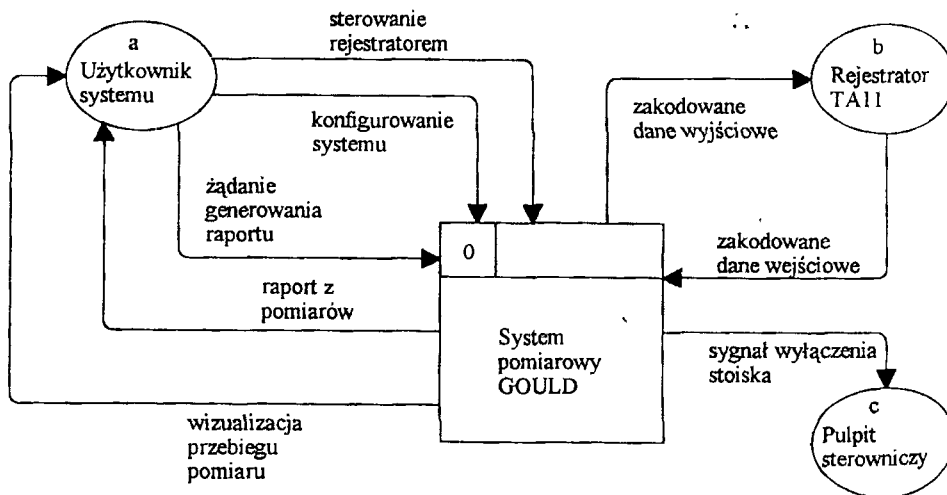
#### 4. CHARAKTERYSTYKA SYSTEMU AUTOMATYCZNEJ KONTROLI PRACY STOISK BADAWCZYCH OPARTY NA REJESTRATORACH TA11

Opisywany system został zaprojektowany przy wykorzystaniu metodologii projektowania SSADM (structured System Analysis and Design - analiza i projektowanie strukturalne) [4]. Metodologia ta zakłada wykorzystanie funkcjonalne techniki DFD (Data Flow Diagram - diagram przepływu danych).

##### 4.1 Cel systemu

Projektowany system zapewnia:

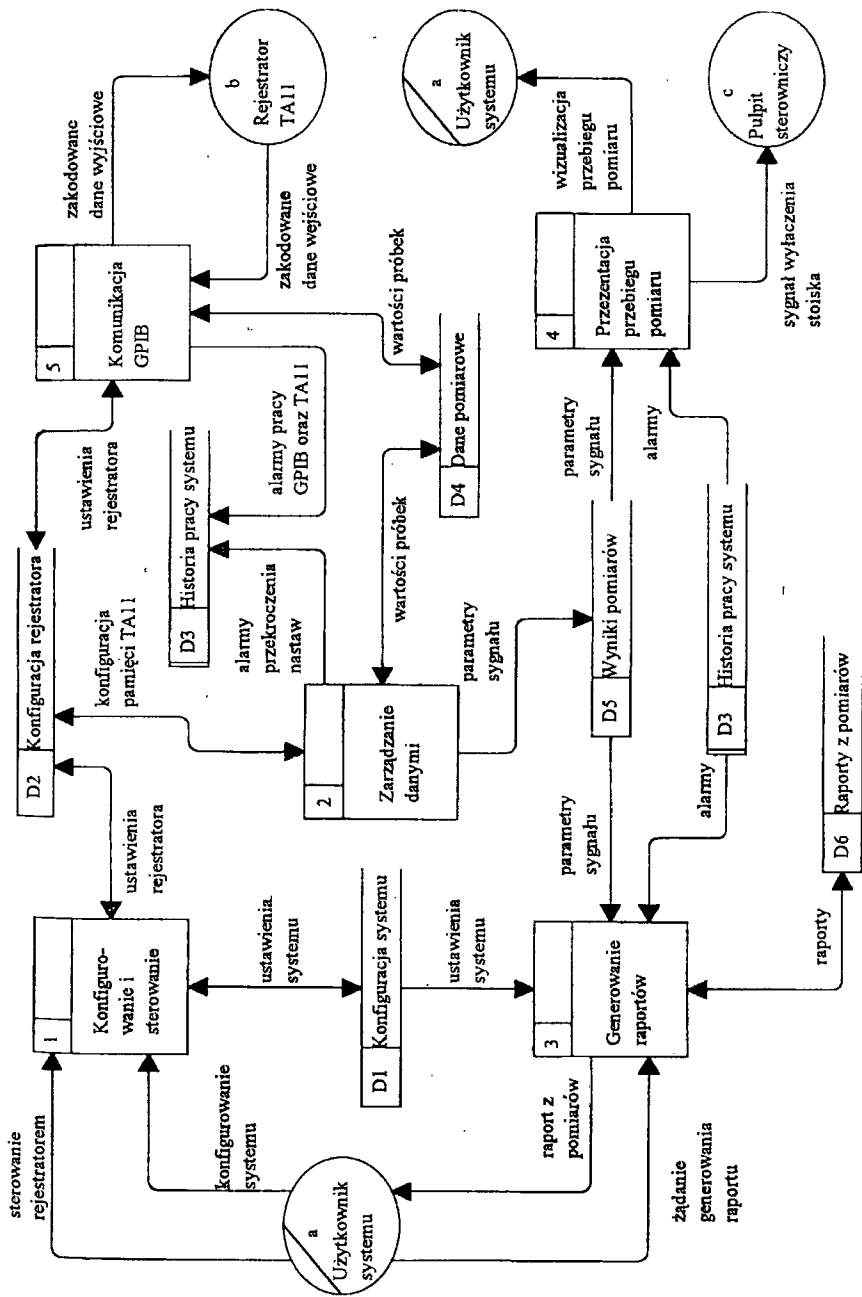
- współpracę z kilkoma rejestratorami TA11
- konfigurację oddzielnych testów pomiarowych i programowanie procesu pomiarowego, np. wykonanie pomiaru o żądanej konfiguracji co godzinę
- automatyczną kontrolę pracy stoisk badawczych w oparciu o kluczowe parametry rejestrowanych sygnałów napięciowych (wartość średnia, amplituda) i reagowanie na sytuacje awaryjne
- przeprowadzanie pojedynczych prób z ciągłym aktualizowaniem wyświetlanych na ekranie komputera wybranych parametrów sygnału
- generowanie raportów z przeprowadzonych pomiarów
- całkowitą zgodność formatów plików konfiguracyjnych i z danymi pomiarowymi z plikami istniejącymi (tworzonymi przez firmowe oprogramowanie firmy GOULD)
- elastyczność modułów oprogramowania w zależności od wymagań technologicznych (np. wykorzystanie innego systemu interfejsu)



Rys. 5 Diagram kontekstowy

##### 4.2 Diagram kontekstowy

DFD wytycza granice systemu informatycznego. Składa się z następujących elementów: procesów (elementy systemu przetwarzające wejściowe strumienie danych na wyjściowe), obiektów zewnętrznych (obiekty nie należące do systemu, z którymi system wymienia informacje).



Rys. 6 Diagram systemowy DFD0

przepływy danych (elementy modelu procesów, opisujące przesyłanie danych między innymi elementami) oraz magazynów informacji (elementy systemu umożliwiające gromadzenie i przechowywanie danych). W systemie wyróżniono następujące obiekty zewnętrzne: użytkownik systemu (osoba obsługująca pomiary), rejestrator (zbieranie danych ze stoiska), pulpit sterowniczy (sterownik wyłączający napęd stoiska w przypadku awarii (np. złamanie próbki)). Model środowiska tworzonego oprogramowania przedstawiono na rysunku 5.

### 4.3 Systemowy diagram przepływu informacji DFD0

Integralnymi składnikami systemu są następujące moduły: zarządzanie danymi (obsługa danych pomiarowych, matematyczne procedury obróbki danych), konfigurowanie systemu, moduł komunikacji GPIB (zarządzanie interfejsem, dekodery rozkazów), przygotowanie raportów z pomiarów oraz prezentacja przebiegu pomiaru (kontrolowanie zgodności parametrów sygnału z wartościami zadanymi, prezentacja parametrów). Na przedstawionym diagramie systemowym DFD0 (rys. 6) widać wymienione moduły oraz przepływy (kierunek i rodzaj) informacji pomiędzy nimi.

## 5. PODSUMOWANIE

Korzyści wynikające z wprowadzenia tworzonego systemu monitorowania do kontroli pracy stoisk badawczych w „PZL-Świdnik S.A.”:

- dostosowanie możliwości rejestratora TA11 do specyfiki pomiarów wykonywanych w Wydziale Prób i Badań Stoiskowych, a co za tym idzie pełne wykorzystanie nowoczesnego sprzętu pomiarowego;
- ułatwienie obsługi stoisk badawczych;
- zwiększenie jakości prowadzonych prób;
- automatyzacja procesu badań i obróbki danych.

## LITERATURA

- [1] Chojnacki Paweł: „System pomiarowy f-my Gould”, Dział Szkolenia Zawodowego i Lotniczego PZL-Świdnik S.A., Świdnik 1996
- [2] Fuglewicz Piotr, Stapor Katarzyna, Trojnar Andrzej: „CASE dla ludzi”; Lupus, Warszawa 1995
- [3] Winiecki Wiktor: „Organizacja komputerowych systemów pomiarowych”; Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1997
- [4] Surmacz Wiktor: „Współpraca oscyloskopu cyfrowego z komputerem klasy IBM PC”; „Pomiary Automatyka Kontrola” nr 10, 1990, strony od 199 do 200