

Spis treści

SPIS TREŚCI.....	1
STRESZCZENIE.....	3
1. WSTĘP.....	5
2. BADANIA Z WYKORZYSTANIEM PULSATORA HYDRAULICZNEGO	8
2.1. Historia badań zmęzeniowych.....	8
2.2. Ważniejsze definicje dotyczące zjawiska zmęczenia.....	8
2.3. Badania zmęzeniowe prowadzone w IMMT	11
2.4. Inne badania z wykorzystaniem MTS	14
3. BUDOWA SYSTEMU	15
3.1. Część sprzętowa	15
3.1.1. Pulsator hydrauliczny	16
3.1.2. Stacja robocza i karty pomiarowe.....	18
3.1.3. Serwer i infrastruktura sieciowa	19
3.2. Część programowa.....	22
3.2.1. Oprogramowanie obsługi eksperymentu w stacji roboczej	22
3.2.2. Aplikacja WWW	28
3.2.3. Konstrukcja programów dla MTS	32
4. ZASTOSOWANIA SYSTEMU	35
4.1. Badanie efektów krzyżowych	35
4.2. Badanie magnetoreologicznego tłumika drgań.....	37
4.3. Pomiary temperatury.....	38
5. WNIOSKI.....	40

5.1. Możliwości systemu	40
5.2. Ograniczenia systemu	41
5.3. Propozycje rozbudowy i rozwoju	41
6. BIBLIOGRAFIA.....	43
A. TECHNIKI UDOSTĘPNIANIA DANYCH W SIECI KOMPUTEROWEJ	45
B. INSTRUKCJA OBSŁUGI APLIKACJI WSPOMAGAJĄCYCH BADANIA.....	47
Aplikacja obsługująca eksperyment efektów krzyżowych	47
Aplikacja obsługująca eksperyment z tłumikiem magnetoreologicznym.....	Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.
C. INSTRUKCJA OBSŁUGI SERWISU WWW	51
D. INSTRUKCJA OBSŁUGI MODUŁU ADMINISTRACYJNEGO	54
E. ZAWARTOŚĆ DOŁĄCZONEJ PŁYTY CD	56
F. SPIS RYSUNKÓW	57

Streszczenie

W pracy przedstawiono system pozwalający na zdalną obsługę eksperymentu przeprowadzanego w Laboratorium Dynamiki z wykorzystaniem pulsatora hydraulicznego MTS-810. Obsługa polegająca na sterowaniu przebiegami funkcji wymuszających oraz na dostępie do wyników, może być realizowana z dowolnego komputera posiadającego zainstalowaną przeglądarkę internetową i dostęp do sieci. Do zdalnej obsługi przygotowano eksperyment demonstrujący efekty krzyżowe oraz eksperyment z tłumikiem zawierającym ciecz magnetoreologiczną.

Opisywany system może mieć zastosowanie w prowadzeniu wspólnych badań w rozproszonym środowisku, w którym zainteresowani przebywają w praktycznie dowolnym miejscu z dostępem do ogólnosiwiatowej sieci komputerowej. Może również stanowić narzędzie ułatwiające prowadzenie zajęć dydaktycznych dla grupy studentów, która nie musi się tłoczyć przy pojedynczym stanowisku badawczym, ale ma możliwość obserwowania i uczestniczenia w prawdziwych badaniach. Inspiracją do stworzenia tego systemu były opisy działających w Stanach Zjednoczonych i Europie Zachodnie tzw. *collaboratories*, które nazywa się w Polsce laboratoriami wirtualnymi.

Do realizacji systemu po stronie stacji roboczej i stanowiska badawczego wykorzystano komputer osobisty z zainstalowaną 16 kanałową kartą pomiarową oraz oprogramowanie HPVEE w wersji 5.0 firmy Hewlett-Packard, w którym przygotowano aplikacje obsługujące wysyłanie danych sterujących oraz odbiór i obróbkę sygnałów wynikowych. Po stronie serwera

sieciowego funkcjonują aplikacje internetowe zaprogramowane w języku skryptowym PHP4. Zapewniają one możliwość wysyłania i odbierania danych z aplikacji HPVEE oraz ich prezentację użytkownikowi w przeglądarce internetowej.

1

Wstęp

Współpraca naukowa z wykorzystaniem sieci komputerowej jest tak stara, jak sama sieć, której załóżka należy szukać w środowisku naukowo-akademickim w Stanach Zjednoczonych. To właśnie tam powstały w 1969 roku pierwsze cztery węzły sieci Arpanet – przodka dzisiejszego Internetu – i nawiązano pierwsze, niezbyt udane, połączenie sieciowe z komputerem na Uniwersytecie Stanforda.

Obecnie powszechnie znane są takie formy komunikacji i wymiany informacji jak poczta elektroniczna, witryny WWW, grupy i fora dyskusyjne czy też wideokonferencje. Wykorzystywane są one współcześnie w codziennym życiu, na ich podstawie budowana jest tzw. *nowa gospodarka* czy *e-biznes*. Umiejętne połączenie tych technologii zapewnia również możliwości uczestnictwa i aktywnego udziału w prowadzonych badaniach naukowych. Na początku lat dziewięćdziesiątych powstała w Stanach Zjednoczonych idea laboratorium dostępnego poprzez sieć komputerową dla wszystkich zainteresowanych prowadzonymi w nim badaniami. W badaniach tych mogą aktywnie uczestniczyć, a nie tylko podziwiać efekty na ekranie monitora. Tak pomyślane laboratorium nazwane zostało przez pracownika University of Virginia W.A. Wulfa *collaboratory*. Nazwa stanowi zestawienie angielskich słów *collaborate* (współpracować) i *laboratory* (laboratorium). Nie istnieje w Polsce termin, który podobnie oddawałby sens angielskiego odpowiednika. Często więc używa się terminu laboratorium wirtualne wskazującego na to, że mamy do czynienia z czymś sztucznym, próbującym naśladować rzeczywistość. W istocie tak nie jest. Przecież dzięki *collaboratory* mamy szansę uczestniczyć w prawdziwych badaniach, przeprowadzanych

w rzeczywistym laboratorium, na rzeczywistych próbkach i istniejącym sprzętem badawczym. Uczestników dzielić może spora odległość jednak nie powinna mieć ona wpływu na odbiór rezultatów i aktywny udział. Analogicznie do terminu e-biznes (*e-business*) możemy użyć w tym momencie również pojęcia e-nauczanie lub e-szkoła (*e-learning*), tym bardziej, że z wykorzystaniem wirtualnego laboratorium przeprowadza się prawdziwe lekcje na odległość.

Podobny przykład zdalnej pracy stanowią operacje chirurgiczne przeprowadzane przez lekarza na pacjencie znajdującym się na drugim kontynencie. Dlatego też każde użycie w tej pracy terminu laboratorium wirtualne należy uważać za synonim angielskiego *collaboratory* w sensie takim, jak przedstawiono powyżej.

Rozwój technologii informatycznych i komunikacyjnych powoduje, że idea laboratorium dostępnego dla grupy naukowców czy studentów z dowolnego miejsca na świecie, od kilku lat przestała być wizją przyszłości, stała się faktem.

Celem niniejszej pracy dyplomowej było zapoznanie się z podstawowymi technikami udostępniania danych w Internecie i wykorzystanie ich do budowy systemu pozwalającego na uczestnictwo grupie studentów lub pracowników naukowych w eksperymencie prowadzonym w Laboratorium Dynamiki. Ponadto do zadań należało oprogramowanie w środowisku HPVVEE jednej z kart pomiarowych, umożliwiając jej wykorzystanie w budowanym systemie oraz w prowadzonych badaniach.

Realizacja celów pracy wymagała rozwiązania problemów związanych z:

- modyfikacją technik pozyskiwania danych z eksperymentu w celu dalszego publikowania tych danych w sieci komputerowej;
- zaplanowaniem stanowiska badawczego pozwalającego na komunikację ze zdalnym użytkownikiem;
- komunikacją aplikacji sieciowej z aplikacją obsługującą eksperyment w stacji roboczej;

- modyfikacją techniki komunikacji aplikacji obsługującej eksperyment z urządzeniem sterującym pulsatorem hydraulicznym, tak aby umożliwić sterowanie maszyną przez zdalnego użytkownika.

Założono, że powstający system będzie budowany w oparciu o istniejącą infrastrukturę Zakładu Dynamiki a część programowa zostanie zrealizowana w jak największym stopniu przy wykorzystaniu narzędzi licencjonowanych na zasadzie OpenSource. Przyjęto jeszcze jedno założenie dotyczące części programowej. Wszystkie napisane aplikacje muszą być niezależne od platformy sprzętowej i funkcjonować, zarówno pod kontrolą systemów rodziny Windows, jak i UNIX.

W rozdziale 2. tej pracy przedstawiono przegląd badań prowadzonych w Zakładzie Dynamiki z wykorzystaniem uniwersalnej maszyny zmęczeniowej i zawarto pomysły na potencjalne ich udostępnienie w sieci Internet lub Intranet.

Rozdział 3. stanowi opis elementów systemu do zdalnej obsługi eksperymentu i przedstawia sposoby rozwiązania poszczególnych problemów.

W rozdziale 4. zaprezentowano przykłady zastosowania Wirtualnego Laboratorium w konkretnych eksperymentach, które są realizowane w Zakładzie Dynamiki. Opisano także możliwości i ograniczenia tego systemu.

2

Badania z wykorzystaniem pulsatora hydraulicznego

2.1. Historia badań zmęczeniowych

Pierwszych informacji o zniszczeniu materiałów na skutek zmęczenia dostarcza Biblia. W Księdze Jozuego, w Starym Testamencie znaleźć można opis zniszczenia Jerycha i jego glinianych murów. W XII i XIII wiecznej literaturze występują liczne wzmianki o pękaniu prostych urządzeń z brązu. Wraz z rozwojem broni palnej w XIV wieku pojawia się zainteresowanie sprawdzaniem jej właściwości i przyczyn defektów. Stąd też pierwsze dynamiczne próby wytrzymałościowe luf armatnich. Pierwsza znana maszyna wytrzymałościowa została skonstruowana przez Leonarda da Vinci (XVI w.). 100 lat później żelazne druty i marmur bada Galileusz.

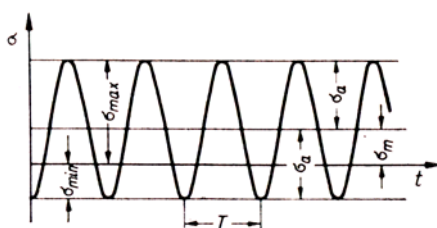
Wiek XIX to czas rewolucji przemysłowej w Europie. Gwałtownie rośnie ilość wykorzystywanych maszyn i urządzeń. Pojawiają się też liczne wypadki związane ze zmęczeniem użytych do ich produkcji materiałów. Niestety brakuje ciągle teorii, która potrafiłaby wyjaśnić zjawisko zmęczenia. Dopiero po II wojnie światowej rozpoczynają się intensywne badania nad istotą zjawiska zmęczenia. [11]

2.2. Ważniejsze definicje dotyczące zjawiska zmęczenia

Naprężenia zmęczeniowe (zmienne) powstają w wyniku poddawania maszyny, bądź urządzenia zmieniającym się w czasie obciążeniom. Przebieg

tych obciążeń nazywany jest widmem obciążenia, które z kolei może być mniej lub bardziej regularne. W obciążeniach okresowo zmiennych, charakterystyczny jest fakt występowania w ciągu jednego okresu, pełnego cyklu zmian obciążenia co implikuje, pełen cykl zmian naprężenia.

Przykładem okresowo zmiennego obciążenia jest obciążenie sinusoidalne. Stanowi ono podstawę do badań własności zmęczeniowych części maszyn i materiałów konstrukcyjnych [11].



Rysunek 2.1. Przebieg naprężeń zmiennych [11]

Cykl naprężeń o widmie sinusoidalnym jest charakteryzowany przez naprężenie maksymalne σ_{max} , naprężenie minimalne σ_{min} oraz przez okres zmian T . Charakter zmiany naprężeń cyklicznych opisuje naprężenie średnie cyklu σ_m

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2}, \quad (1)$$

oraz amplituda cyklu naprężenia σ_a

$$\sigma_a = \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2}. \quad (2)$$

Asymetrię cyklu pokazuje współczynnik amplitudy cyklu

$$R = \frac{\sigma_{min}}{\sigma_{max}}. \quad (3)$$

Cykle o takich samych współczynnikach R są nazywane cyklami podobnymi.

Często w obliczeniach wytrzymałościowych wykorzystywany jest też współczynnik stałości obciążenia

$$\chi = \frac{\sigma_m}{\sigma_a}. \quad (4)$$

Na podstawie powyższych zależności wyprowadzić można równanie przebiegu obciążeń w funkcji czasu, na którego podstawie wyznaczyć można wartości naprężenia w dowolnym czasie cyklu

$$\sigma = \sigma_m + \sigma_a \sin(\omega t + \varphi) \quad (5)$$

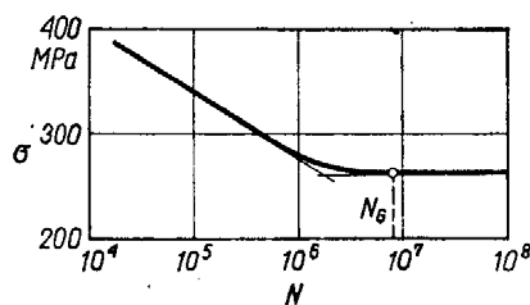
gdzie:

ω - częstość kołowa zmian naprężenia;

φ - kąt fazy początkowej.

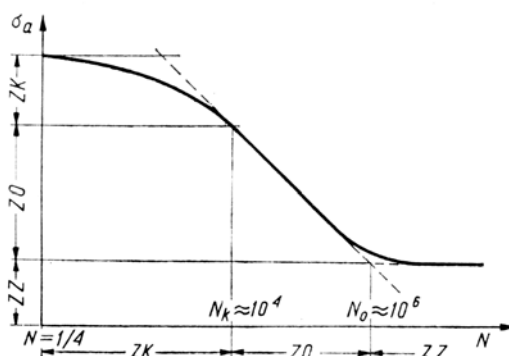
Zmęczeniem materiału nazywa się sukcesywny rozwój zmian i zjawisk, spowodowany obciążeniami zmiennymi, prowadzący do zniszczenia materiału.

Wytrzymałość zmęczeniowa Z_G , lub inaczej *granica zmęczenia* to największe, dla określonego cyklu naprężenie, przy którym element nie ulegnie zniszczeniu po osiągnięciu umownej, granicznej liczby cykli N_G . Granice zmęczenia określa się dla różnych rodzajów obciążenia, badając określoną liczbę próbek obciążanych różnymi wartościami σ_a i σ_m , aż do ich zniszczenia przy liczbie cykli N_G lub do czasu przekroczenia N_G .



Rysunek 2.2. Wykres zmęczeniowy Wöhlera [11]

Wykres zmęczeniowy otrzymuje się nanosząc otrzymane wartości w układzie współrzędnych σ - N lub σ - $\lg N$ i łącząc otrzymane punkty [11].



Rysunek 2.3. Wykres zmęczeniowy Wöhlera z zaznaczonymi miejscami wytrzymałości zmęczeniowej dla małej liczby cykli ZK, ograniczonej wytrzymałości zmęczeniowej ZO oraz nieograniczonej wytrzymałości zmęczeniowej ZZ[11]

2.3. Badania zmęczeniowe prowadzone w IMMT

W Instytucie Materiałoznawstwa i Mechaniki Technicznej prowadzone są następujące badania materiałów:

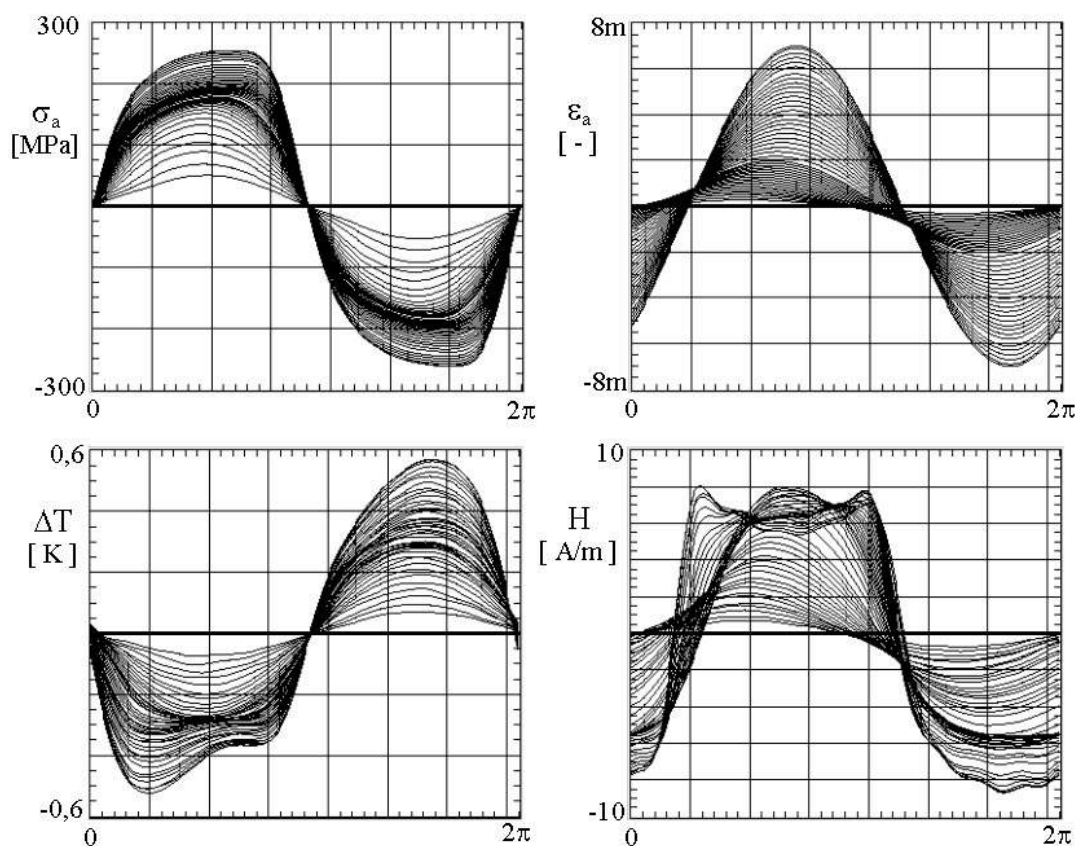
- metalograficzne z wykorzystaniem mikroskopii świetlnej i elektronowej;
- poprzez pomiar własności fizycznych, w których stosuje się ultradźwięki, pole magnetyczne, termowizja, prądy wirowe, zmiany potencjału elektrycznego).

W szczególności wykorzystywane są w badaniach efekty krzyżowe, tj. efekt Kelvina oraz efekt Villariego.

Efekt Kelvina (nazywany też efektem Thompsona) polega na tym, że metale w warunkach adiabatycznych, poddawane odkształceniom z obszaru sprężystego podczas rozciągania ulegają schłodzeniu, natomiast w czasie ciskania ogrzaniu. Wzrost energii wewnętrznej a tym samym wzrost temperatury, jest spowodowany zmianami odległości i zniekształceniami w sieci krystalicznej materiału.

Efekt Kelvina wykorzystywany jest do padania procesu zmęczenia ferro- i paramagnetyków. W ferromagnetykach poddanych obciążeniom

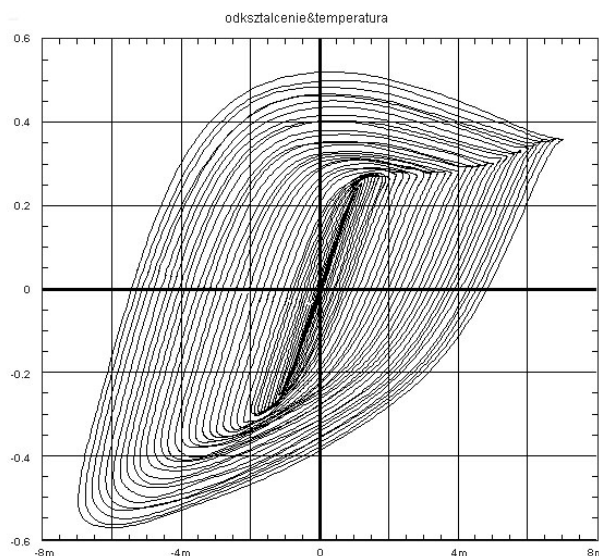
cyklicznym, obserwuje się złożony efekt krzyżowy o charakterze termomagnetomechanicznym. Dzięki efektowi Kelvina rejestruje się również moment inicjacji przemiany martenzytycznej w stalach austenitycznych. Przemiana jest indukowana odkształceniem plastycznym. [9]



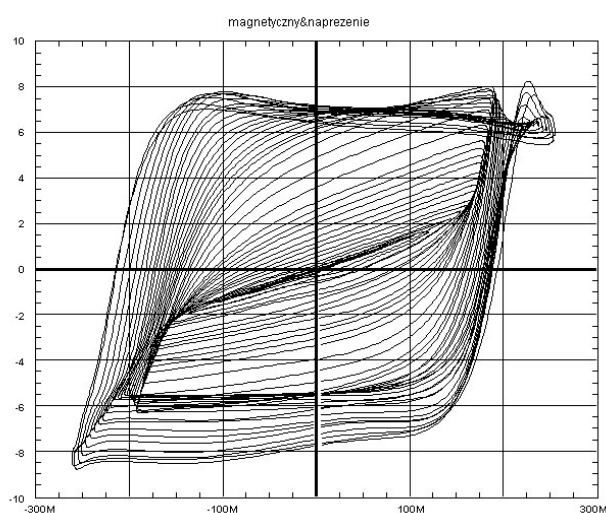
Rysunek 2.4. Przebiegi sygnałów naprężenia, odkształcenia, zmiany temperatury i natężenia pola magnetycznego

Przykładowe wyniki badań ferromagnetyka, przedstawiono na rysunku 2.4. Są to przebiegi zmian temperatury, naprężenia i odkształcenia oraz sygnału magnetycznego w próbce ferromagnetycznej poddawanej cyklicznym obciążeniom.

Rysunek 2.5 przedstawia pętle histerezy w układzie temperatura – odkształcenie, zaś rysunek 2.6 przedstawia pętlę histerezy w układzie sygnał magnetyczny – naprężenie.



Rysunek 2.5. Pętla histerezy w układzie temperatura – odkształcenie



Rysunek 2.6. Pętla histerezy w układzie sygnał magnetyczny – napężenie

Efekt Villariego, czyli inaczej efekt odwrotnej magnetostrykcji polega na emitowaniu pola magnetycznego przez poddawany obciążeniom materiał. W trakcie badań eksperymentalnych określa się wartość energii magnetycznej w układzie indukcja magnetyczna – natężenie pola magnetycznego. Efekt Villariego ma zastosowanie do analizy procesów zmęczenia w rdzeniu i warstwie naskórkowej próbki. Pozwala śledzić propagację szczeliny zmęczeniowej w materiale, ułatwia wykrywanie mikropęknięć oraz umożliwia budowę w czasie rzeczywistym map magnetycznych elementów konstrukcyjnych.

2.4. Inne badania z wykorzystaniem MTS

W Laboratorium Dynamiki prowadzone są także klasyczne eksperymenty wytrzymałościowe tj. statyczne próby rozciągania i ściskania. Inne pole zastosowań stanowią eksperymenty z dziedziny mechaniki pękania.

Nowy obszar badań stanowią eksperymenty z tzw. „smart materials”. Jednym z pierwszych w tej dziedzinie jest eksperyment, w którym badane są właściwości cieczy magnetoreologicznych zastosowanych w tłumiku drgań.

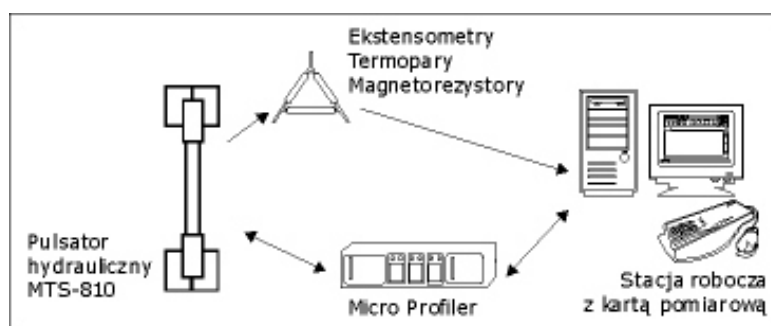
W tej pracy przedstawione zostaną zastosowania systemu Wirtualnego Laboratorium do zdalnych badań efektów krzyżowych, właściwości cieczy magnetoreologicznych oraz pomiarów temperatury.

3

Budowa systemu

3.1. Część sprzętowa

Podstawowe stanowisko pomiarowe w Laboratorium Dynamiki składa się z maszyny wytrzymałościowej MTS-810, sterującego nią MicroProfilera, stacji roboczej wyposażonej w kartę pomiarową oraz, w zależności od przeprowadzanego eksperymentu, zestawu czujników (ekstensometrów, termopar i magnetorezystorów).



Rysunek 3.1. Schemat typowego stanowiska pomiarowego wykorzystywanego do badań w Laboratorium Dynamiki

Zdalne stanowisko pomiarowe może stanowić dowolne urządzenie podłączone do sieci Internet i wyposażone w przeglądarkę stron WWW. Nie nałożono żadnych dodatkowych wymagań, które muszą być przez nie spełnione. System przetestowano z wykorzystaniem następujących urządzeń:

- komputera klasy PC;
- stacji roboczej UNIX;
- terminala UNIX (w trybie tekstowym i graficznym);

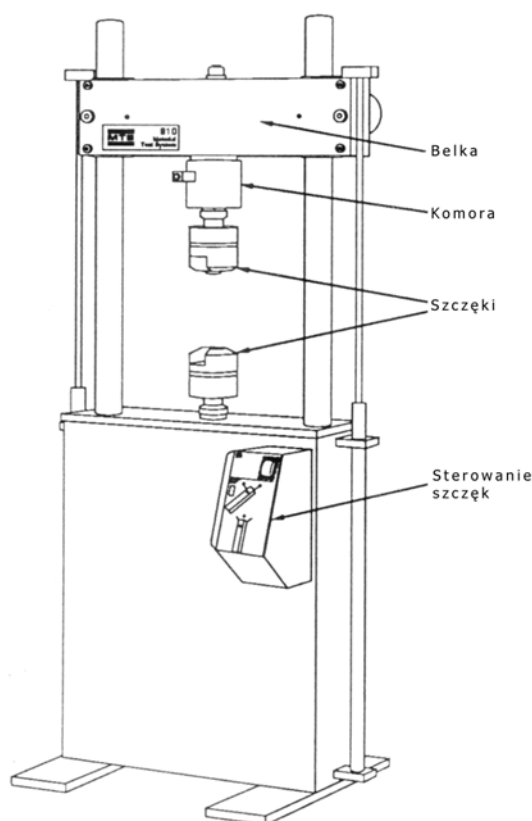
- komputera przenośnego typu notebook;
- komputera przenośnego typu palm-top.

W każdym z przypadków dostęp do zasobów laboratorium i sterowanie eksperymentem nie nastroczały kłopotów i przy dużej dozie wyobraźni praca była bezproblemowa nawet na terminalu UNIX w trybie tekstowym.

W dalszej części zostaną dokładniej omówione podstawowe elementy systemu.

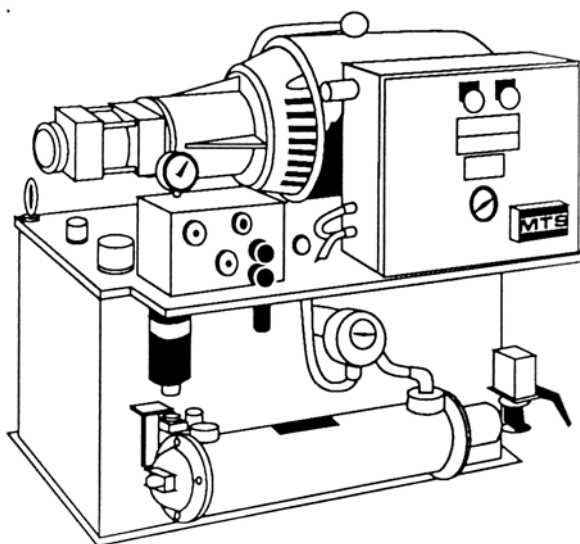
3.1.1. Pulsator hydrauliczny

Do przeprowadzania eksperymentów wytrzymałościowych w Laboratorium Dynamiki wykorzystuje się pulsator hydrauliczny MTS-810. Jest to uniwersalna maszyna zmęczeniowa. Pozwala na realizację zarówno klasycznych eksperymentów zmęczeniowych, jak i badań z zakresu mechaniki pękania czy zmęczenia materiałów.



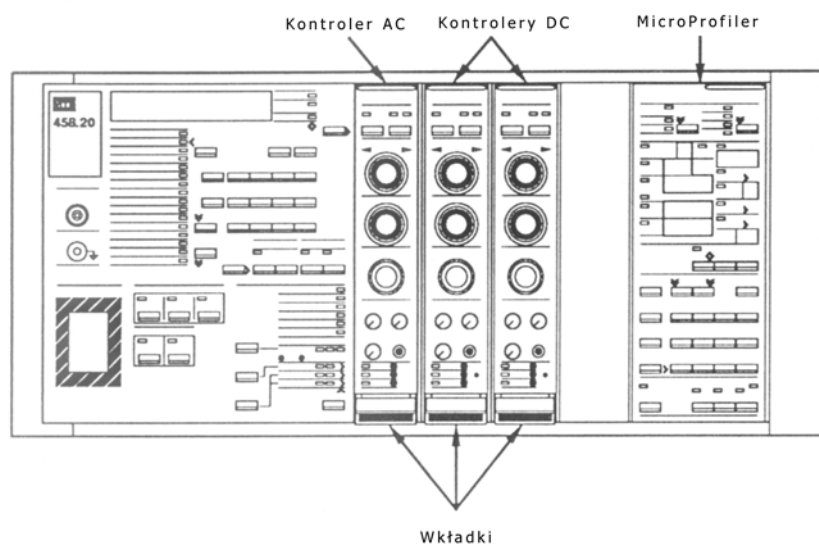
Rysunek 3.2. Element uniwersalnej maszyny zmęczeniowej MTS-810 realizujący obciążenia [17]

Układ wykonawczy maszyny zmęczeniowej (rys. 3.2) zbudowany jest z ruchomej belki zapewniającej mocowanie próbek o zróżnicowanych wymiarach, kolumn po których porusza się belka, szczęk utrzymujących próbkę podczas eksperymentu, komory zawierającej serwozawór regulujący przepływ oleju.



Rysunek 3.3. Układ hydrauliczny maszyny wytrzymałościowej [17]

Hydrauliczny układ zasilania pokazany na rysunku 3.3 dostarcza olej pod ciśnieniem 21MPa do serwozaworu.



Rysunek 3.4. Konsola sterująca maszyną wytrzymałościową i jej elementy [17]

Konsola sterująca (rys. 3.4) służy do konwersji elektrycznego sygnału sterującego na sygnał wymuszający odpowiednie przemieszczenia, siły bądź odkształcenia. Mierzy także oba te sygnały i poprzez sprzężenie zwrotne (porównanie sygnału wejściowego z wyjściowym) utrzymuje zadane przebiegi. W skład konsoli wchodzi:

- MicroProfiler umożliwiający lokalne i zdalne programowanie przebiegów;
- kontroler siły;
- kontrolery przemieszczenia i odkształcenia.

W kontrolerach montowane są specjalne wkładki określające zakresy pracy maszyny.

3.1.2. Stacja robocza i karty pomiarowe

Stacją roboczą nazywa się wyspecjalizowany komputer, który jest przeznaczony do wykonywania określonych zadań. W tym celu jest on zazwyczaj rozbudowany o dodatkowe elementy takie, jak karty pomiarowe, karty graficzne czy też np. wyższej klasy monitor lub inne urządzenie wyjściowe. Rolę stacji roboczej pełnią często komputery klasy PC, ale mogą to być również komputery oparte na innej architekturze produkowane przez firmy HP, SUN i inne.

Do obsługi eksperymentów udostępnianych w wirtualnym laboratorium wykorzystuje się komputer PC z procesorem Intel Celeron taktowany zegarem 800MHz, posiadający 128MB pamięci RAM oraz 16 kanałową kartę pomiarową firmy Data Translations. Komputer pracuje pod kontrolą systemu operacyjnego MS Windows NT w wersji 4.0.

Wykorzystana karta pomiarowa DT3004 pozwala na próbkowanie z częstotliwością 100kHz na jeden kanał. Posiada dwa $\pm 10V$ wyjścia analogowe, osiem kanałów cyfrowych We/Wy oraz zintegrowany procesor sygnałowy (DSP).

3.1.3. Serwer i infrastruktura sieciowa

Siecią komputerową nazywa się strukturę, która umożliwia dwóm lub większej ilości komputerów komunikowanie się ze sobą i z innymi urządzeniami. Dzięki sieci można wykorzystać komputery do współdzielenia informacji, współpracy przy realizacji zadań, drukowania czy też wysyłania wiadomości.

Istnieją trzy kategorie sieci [22]:

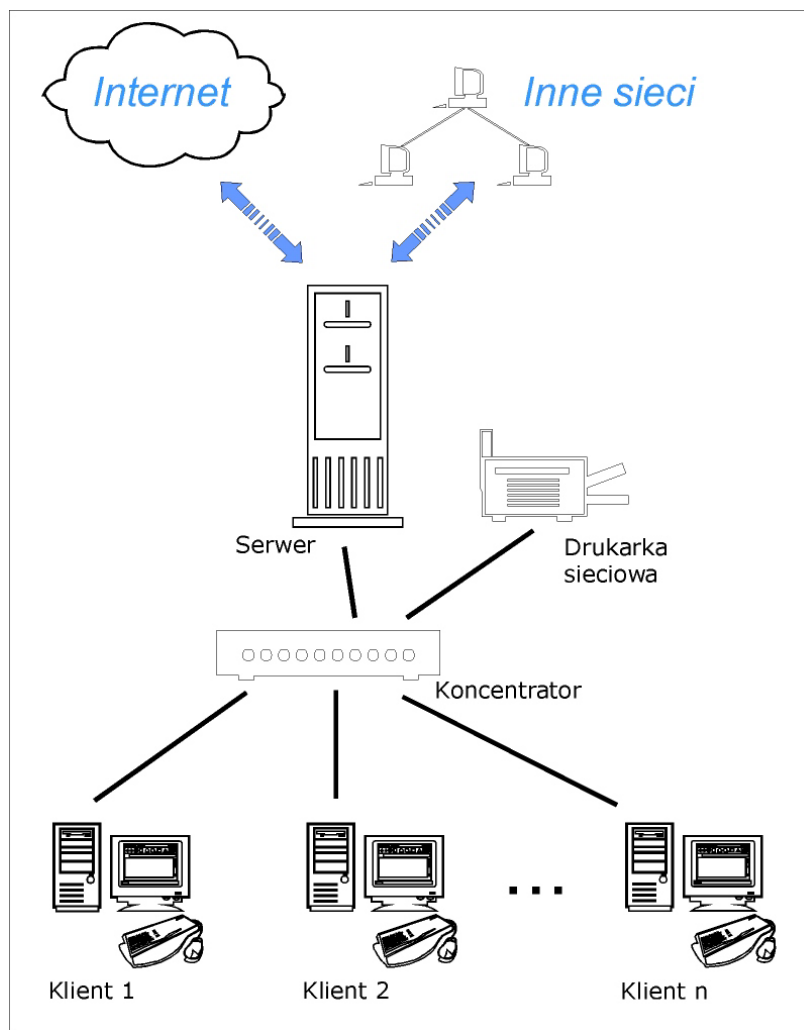
- sieci lokalne (LAN – ang. *Local Area Networks*);
- sieci rozległe (WAN – ang. *Wide Area Networks*);
- sieci miejskie (MAN – ang. *Metropolitan Area Networks*).

Sieci LAN służą do łączenia urządzeń znajdujących się w niedużej odległości. Sieci WAN używane są do łączenia sieci LAN w większe systemy. Sieci MAN są odmianą sieci WAN.

Na sieć komputerową składa się szereg elementów wśród których wyróżnić można dwie podstawowe grupy: elementy sprzętowe i elementy programowe.

Do pierwszej grupy zalicza się:

- urządzenia transmisji, czyli nośniki używane do transportu sygnałów w sieci takie, jak kable koncentryczne, skrętki czy światłowody;
- urządzenia dostępu, które są odpowiedzialne za formatowanie danych, umieszczanie ich w sieci oraz odbieranie;
- wzmacniania przesyłanych sygnałów, które odbierają sygnały i wzmacnione wysyłają z powrotem do sieci.



Rysunek 3.5. Schemat sieci lokalnej istniejącej w Laboratorium Dynamiki

Do drugiej grupy należą:

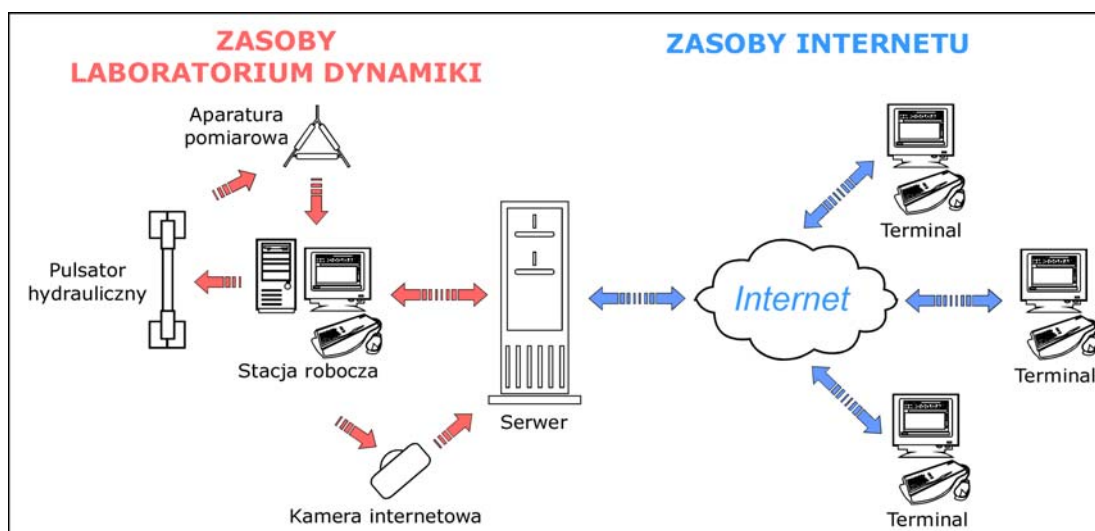
- protokoły określające sposoby komunikowania się urządzeń;
- programy poziomu sprzętowego (sterowniki), które umożliwiają działanie urządzeniom takim jak np. karty sieciowe.;
- oprogramowanie komunikacyjne zapewniające możliwość wykorzystania infrastruktury stworzonej przez przedstawione powyżej elementy.

Aby elementy sprzętowe i programowe utworzyły sieć konieczne jest ich zintegrowanie. Ta integracja może przybrać postać zwykłego połączenia

kablowego między dwoma komputerami. Może też mieć bardziej skomplikowaną strukturę np. magistrali czy gwiazdy lub ich złożenia.

Mianem serwera określa się przyłączony do sieci komputer, z którego jednocześnie może korzystać wielu użytkowników. Zazwyczaj komputer taki jest wyspecjalizowany do wykonywania określonej funkcji. Ze względu na pełnioną funkcję wyróżnia się serwery plików, serwery wydruku, serwery aplikacji i inne.

Sieć komputerowa w Laboratorium Dynamiki zbudowana jest w oparciu o dwa modele: „klient-serwer” i „każdy-z-każdym”. Dzięki zastosowaniu struktury „klient-serwer” wprowadzono hierarchię, która zwiększa możliwość sterowania różnych funkcji obsługiwanych przez sieć. Sieć tego typu posiada także lepsze, w porównaniu do sieci typu „każdy-z-każdym” (ang. „peer-to-peer”), bezpieczeństwo, gdyż ważniejsze zasoby są zlokalizowane centralnie i centralnie zarządzane. Łatwo też zmieniać rozmiary i dołączać nowe elementy do sieci „klient-serwer”. Przez to, że większość zasobów zgromadzona jest na serwerze, zmiana taka nie wiąże się ze spadkiem wydajności całej sieci [22].



Rysunek 3.6. Schemat komunikacji pomiędzy elementami sprzętowymi Wirtualnego Laboratorium

Połączenie zaś części komputerów równoległe, czyli w modelu „każdy-z-każdym”, pozwala na bardziej elastyczny dostęp do zasobów bez konieczności

obciążania głównego serwera. W ten sposób komputery udostępniające swoje zasoby przejmują zadania serwera. Są też jednocześnie klientami, gdyż korzystają z zasobów innych urządzeń.

W Laboratorium Dynamiki główny serwer pełni jednocześnie rolę serwera plików i aplikacji. Pośredniczy także w komunikacji z innymi sieciami, w tym z siecią Internet.

Z tych powodów, na serwerze umieszczono również tę część Wirtualnego Laboratorium, która jest odpowiedzialna za komunikację ze zdalnymi użytkownikami i udostępnianie wyników w sieci WWW.

3.2. Część programowa

Cześć programowa systemu wirtualnego laboratorium składa się z dwóch podstawowych elementów:

- oprogramowania działającego w stacji roboczej odpowiedzialnego z rejestrację danych pomiarowych i bezpośrednią współpracę z MTS;
- oprogramowania działającego po stronie serwera sieciowego prezentującego wyniki eksperymentu, zapewniającego komunikację z laboratorium i umożliwiające sterowanie MTS.

3.2.1. Oprogramowanie obsługi eksperymentu w stacji roboczej

Oprogramowanie obsługujące eksperyment zostało wykonane w graficznym środowisku programistycznym HPVEE 5.0. O wyborze tego języka zdecydowało kilka czynników. Jednymi z ważniejszych były szybkość i łatwość tworzenia gotowych do zastosowania aplikacji.

Graficzne programowanie w VEE przypomina budowanie z klocków. Polega na łączeniu w większe struktury odpowiednich bloków realizujących określone funkcje. Do dyspozycji programisty są bloki kontrolujące przebieg (ang. *flow*) działania programu, zapewniające operacje na różnych typach

danych (ang. *data*) czy też umożliwiające wykorzystanie bogatej biblioteki gotowych funkcji oraz wizualizację zbieranych wyników (ang. *display*). Środowisko wyposażone jest także w podstawowe narzędzia pozwalające na testowaniu programu i wykrywanie błędów. Zaletą takiego podejścia jest niewątpliwie uproszczenie procesu powstawania aplikacji. Programista może się skoncentrować bardziej na samym algorytmie, niż na rozwiązywaniu problemów semantycznych języka.

Kolejnym czynnikiem, który skłaniał do wykorzystania VEE jest łatwość z jaką realizuje się zagadnienia związane z komunikacją z urządzeniami zewnętrznymi. Pod pojęciem urządzeń zewnętrznych kryją się zarówno karty pomiarowe instalowane w stacji roboczej jak i wszelkie inne instrumenty związane z kontrolą i przeprowadzaniem eksperymentu lub śledzeniem procesów, które można podłączyć do stacji roboczej przez jej interfejsy (np. porty szeregowy, równoległy itp.). Aby było możliwe wykorzystanie urządzenia w VEE, wraz z nim muszą być dostarczone sterowniki oraz biblioteki dające dostęp do jego funkcji. Obsługa urządzenia jest realizowana na cztery sposoby:

- poprzez dostęp bezpośredni do portów (ang. *DirectI/O*);
- poprzez sterownik Plug&Play;
- z wykorzystaniem Panel Driver, czyli wizualizacji w VEE rzeczywistego panelu sterującego;
- z użyciem gotowych bibliotek funkcji (Component Driver).

Obsługa instrumentów pomiarowych firmy Hewlett-Packard takich jak analizatory, oscyloskopy czy multimetry jest wbudowana w środowisko VEE, ale odbywa podobnie jak w przypadku innych urządzeń.

Kluczowa dla działania opisywanego tu systemu obsługa wyjść takich jak plik, strumień (tylko UNIX), drukarka, port szeregowy czy gniazdko (ang. *socket*) sieciowe jest również zaimplementowana w pakiecie HPVEE i nie nastęrcza problemów.

Innym istotnym czynnikiem decydującym o wyborze pakietu firmy Hewlett-Packard był fakt, że występuje on w wersjach dla różnych platform (Windows,

UNIX) a aplikacje zbudowane na jednej z nich bez większych modyfikacji mogą być używane na drugiej. Jest o szczególne istotne w przypadku Laboratorium Dynamiki, w którym do obsługi eksperymentów wykorzystuje się stacje robocze działające pod kontrolą systemów operacyjnych Windows NT/2000, Linux lub HP-UX. W takim przypadku niezależność aplikacji od używanego systemu operacyjnego jest sprawą niezwykle ważną. Szczególnie dlatego, że przyjęto, aby zbudowany system był niezależny od platformy.

Przedstawione powyżej założenie oraz specyficzne cechy pakietu HPVEE spowodowały, że konieczna była rezygnacja z niektórych jego funkcji m.in.: ActiveX, serwera WWW i obsługi gniazdek sieciowych.

W środowisku Windows wykorzystywana jest technologia ActiveX. Począwszy od wersji 5.0, VEE posiada mechanizmy pozwalające na wykorzystanie tej technologii do komunikacji i wymiany danych z innymi programami Windows, takimi jak bazy danych lub arkusze kalkulacyjne. Niestety wykorzystanie mechanizmów ActiveX wykluczyłoby użytkowanie programów VEE w systemie UNIX.

Zrezygnowano także z wykorzystania funkcji serwera WWW z pakietu HPVEE. Dzięki funkcjom serwera istnieje możliwość podglądania widoków okienek uruchomionej aplikacji lub całego obszaru roboczego. Jednak w wypadku obciążenia serwera żądaniami wykonania podglądu ekranu, następuje zatrzymanie innych działających wątków aplikacji. Jest to zjawisko niekorzystne szczególnie w przypadku przetwarzania danych pomiarowych.

Programy napisane w VEE nie są poddawane procesowi kompilacji. Nie jest możliwe, więc otrzymanie samodzielnych aplikacji. Do uruchomienia każdego stworzonego programu wymagany jest tzw. *run-time*, czyli zestaw bibliotek i programów tworzących środowisko uruchomieniowe. Nie wdając się w szczegóły stwierdzić należy, że szybkość działania programów z wykorzystaniem *run-time*, w porównaniu ze skompilowanymi, jest znacznie mniejsza a zapotrzebowanie na zasoby komputera jest większe. Braku zasobów systemowych może spowodować, że niektóre wątki aplikacji mogą, w skrajnej sytuacji, zostać czasowo wstrzymane. Jest to niedopuszczalne

w przypadku systemu rejestrującego dane z eksperymentu. Z tych powodów aplikacja rejestrująca dane i sterująca przebiegiem eksperymentu powinna wykonywać jak najmniej wątków niezwiązanych z jej podstawowymi zadaniami.

Na potrzeby systemu wirtualnego laboratorium w HPVEE wykonano:

- aplikację demonstracyjną – generator funkcji;
- aplikację kontrolującą i rejestrującą dane z eksperymentu, podczas którego badane są efekty krzyżowe;
- aplikację kontrolującą i rejestrującą dane z eksperymentu, podczas którego badany jest tłumik z cieczą magnetoreologiczną.

Aplikacja demonstracyjna (rys. 3.7) wykorzystywana jest do prezentacji możliwości komunikacyjnych między zdalnym użytkownikiem a stanowiskiem pomiarowym. Pokaz realizowany jest bez konieczności uruchamiania eksperymentu i urządzeń pomiarowych. Działanie aplikacji polega na pobraniu danych wprowadzonych przez zdalnego użytkownika i stworzeniu na ich podstawie właściwego przebiegu funkcyjnego. Tak wykonany przebieg jest eksportowany do pliku graficznego i zapisywany w odpowiednim katalogu serwera WWW. Zapisany plik zostaje wysłany przez serwer i wyświetlony w oknie przeglądarki internetowej klienta (zdalnego użytkownika).

Poszczególne bloki programu realizują następujące funkcje:

On Cykle – uruchamia program z zadaną częstotliwością;

From File – odczytuje zawartość pliku sterującego;

If/Then/Else – instrukcja warunkowa, jeśli odczytana wartość z pliku sterującego wynosi 1 uruchamiane są kolejne elementy programu, jeśli 0 – program wraca do bloku On Cycle;

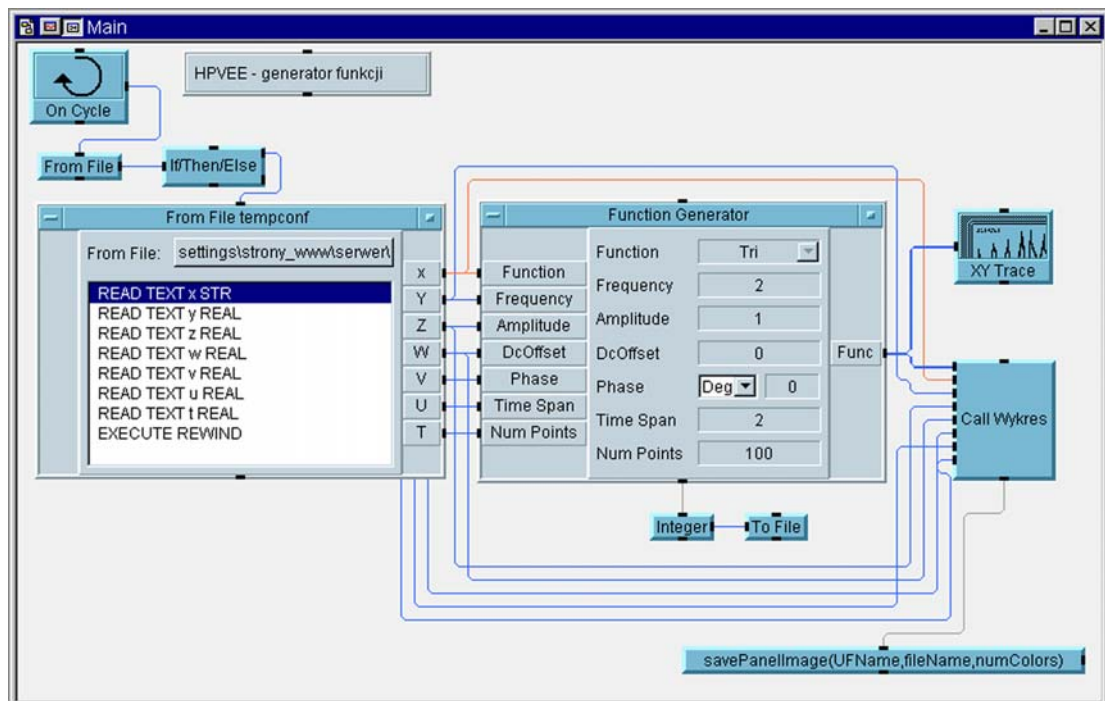
From File tempconf – odczytuje zawartość pliku konfiguracyjnego z parametrami funkcji;

Function Generator – odbiera dane odczytane przez poprzedni blok; na ich podstawie tworzy odpowiedni przebieg i wysyła go do funkcji Wykres;

w pliku sterującym zapisywana jest wartość o (bloki **Integer**, **To File**), aby uniemożliwić tworzenie przebiegów z tych samych danych;

Call Wykres – wywołanie funkcji Wykres, która wyświetla stworzony przebieg i jego parametry;

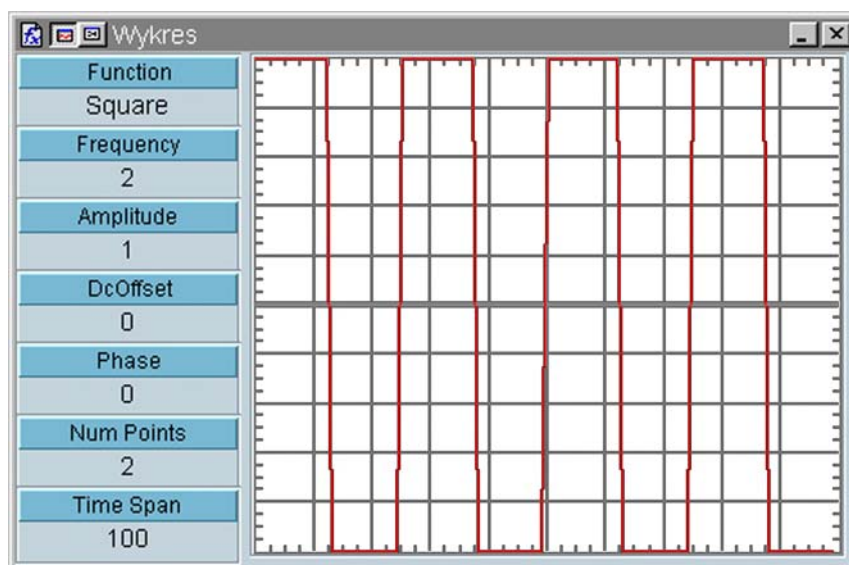
SavePanelImage() – wywołanie funkcji zapisującej wynik działania funkcji Wykres do pliku graficznego JPG;



Rysunek 3.7. Aplikacja demonstracyjna

Krótkiego wyjaśnienia wymaga wywołanie funkcji Wykres. Wyniki działania programu HPVEE prezentowane są zazwyczaj nie w obszarze roboczym pokazanym na rys. 3.7, lecz w osobnym panelu (*Execution Window*). W ten sposób oddzielona jest część algorytmiczna od części prezentacyjnej. W VEE zdefiniować można panele nie tylko dla programu głównego (*Main*), ale także dla każdej z wywoływanych funkcji. Funkcja `SavePanelImage()` realizuje zapisywanie do pliku obrazu ze wskazanego panelu. Może to być panel programu głównego, bądź też panel jednej z wywoływanych funkcji. O ile zapisane obrazy okna programu głównego często nie pokrywały się z tym co faktycznie się w nich działo, o tyle zapisywanie obrazów okna funkcji odbywało się bez zarzutu. W bloku funkcji Wykres umieszczono obiekt rysujący przebiegi (*XY Trace*) oraz obiekty wyświetlające wartości

alfanumeryczne (*Alphanumeric*). Przykładowy obraz stworzony przez aplikację demonstracyjną pokazuje rys. 3.8.

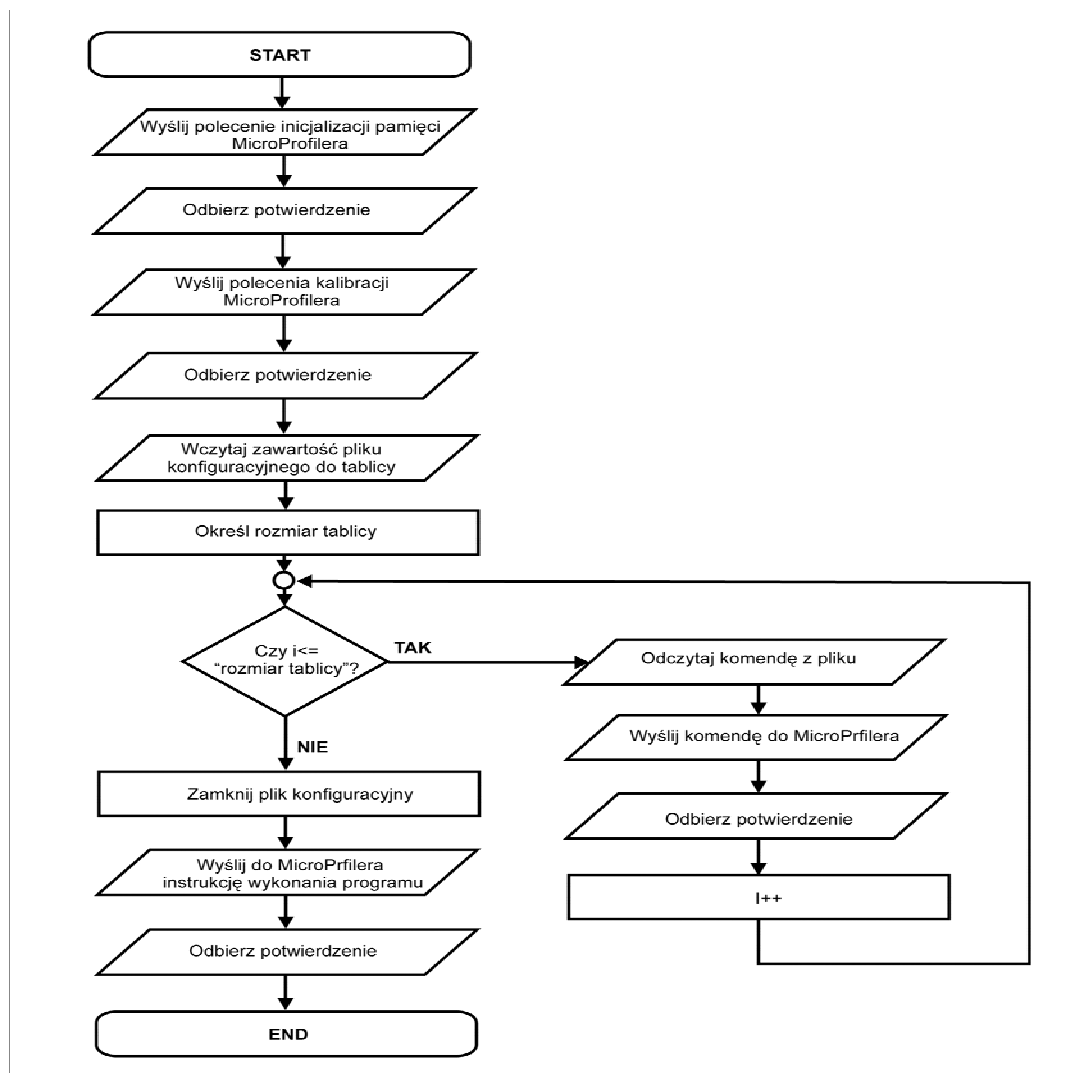


Rysunek 3.8. Wynik działania aplikacji demonstracyjnej

Aplikacja kontrolująca i rejestrująca dane z eksperymentu, podczas którego badane są efekty krzyżowe jest znacznie bardziej rozbudowana od opisywanej powyżej. Idea jej działania jest jednak podobna: najpierw sprawdzany jest plik sterujący i w zależności od odczytanej z niego wartości uruchamiane są lub nie, dalsze elementy programu tj. wysyłanie komend sterujących maszyną wytrzymałościową oraz rejestrowanie i wizualizacja danych z aparatury pomiarowej.

Komendy sterujące pulsatorem hydraulicznym są pobierane z pliku tworzonego przez zdalnego użytkownika. Ich poprawność nie jest sprawdzana na poziomie aplikacji HPVEE. Zadanie to zostawiono dla aplikacji internetowej. Odczytane komendy są wysyłane przez port szeregowy (RS232) do MicroProfiler. Sposób komunikacji MicroProfiler z urządzeniami zewnętrznymi wymusił zastosowanie prostego algorytmu, który pozwala dostarczyć bezbłędnie wszystkie komendy. Specyfika komunikacji z MicroProfilerem polega na tym, że po każdej wysłanej na jego port instrukcji należy odebrać jednobajtowe potwierdzenie. Gdy liczba przesyłanych komend jest stała i znana nie stanowi to żadnego problemu. Gdy jednak zestaw instrukcji jest tworzony dynamicznie przez zdalnego

użytkownika, a wielkość tego zestawu ograniczona jest tylko pamięcią MicroProfiler, konieczne jest wcześniejsze poznanie liczby instrukcji. Algorytm wysyłania danych przez port RS232 przedstawiono na rys. 3.9.



Rysunek 3.9. Algorytm zdalnego sterowania maszyną zmęczeniową

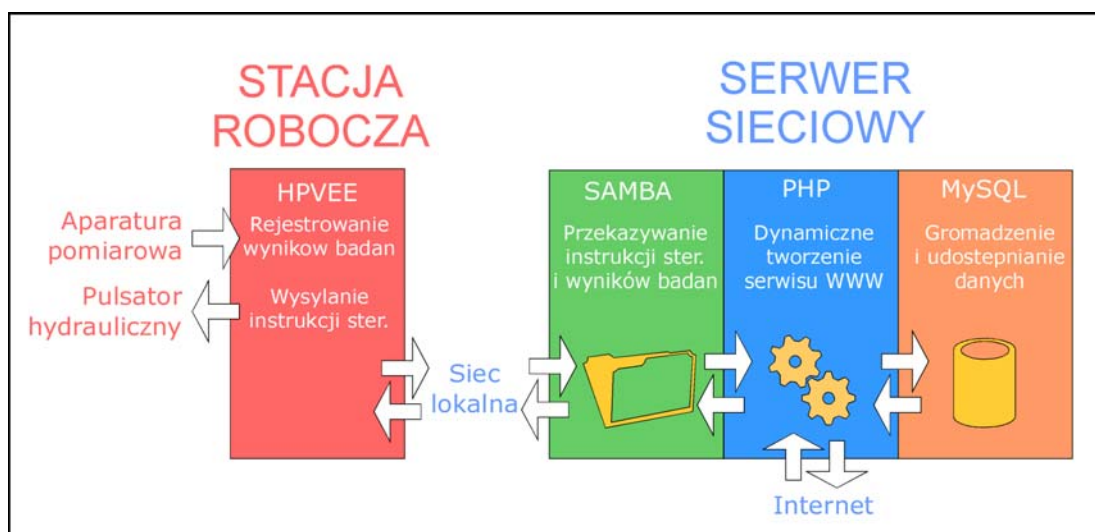
Gromadzenie danych z aparatury pomiarowej jest realizowane za pośrednictwem karty firmy Data Translations. Wraz z kartą zostały dostarczone biblioteki pozwalające na jej wykorzystanie w środowisku HPVEE.

3.2.2. Aplikacja WWW

Po stronie serwera sieciowego funkcjonuje aplikacja napisana w skryptowym języku programowania PHP. Język ten oparty jest na składni języka C,

z którego zapożycza wiele pojęć. Pełna nazwa tego języka brzmi „PHP: hypertext preprocessor”. Wszystkie programy napisane w PHP są interpretowane przez specjalny moduł zainstalowany na serwerze WWW i przekształcane do postaci HTML, czyli języka zrozumiałego dla przeglądarek internetowych. Tak wygenerowane pliki HTML są następnie, przez serwer wysyłane przeglądarce WWW po otrzymaniu od niej odpowiedniego polecenia.

Dokumenty zawierające skrypty PHP są zazwyczaj połączeniem kodu HTML i kodu samego programu, który od reszty zawartości dokumentu oddzielony jest specjalnymi znacznikami: `<? treść programu ?>`, `<?php treść programu ?>`, `<SCRIPT LANGUAGE="php"> treść programu </SCRIPT>`. Taka konstrukcja języka pozwala tworzyć serwisy WWW o dynamicznej zawartości [14].



Rysunek 3.10. Schemat komunikacji pomiędzy elementami programowymi

Jednym z popularniejszych zastosowań PHP jest obsługa baz danych. W ramach języka PHP zdefiniowano szereg funkcji pozwalających na dostęp do wielu istniejących na rynku systemów baz danych. Są to przede wszystkim bazy dBase, DBA, Informix, mSQL, mySQL, Oracle i Sybase. Każda inna baza może być obsługiwana za pomocą interfejsu ODBC.

W opisywanym tutaj systemie wirtualnego laboratorium, aplikację działającą po stronie serwera napisano, prawie w całości z wykorzystaniem PHP. Celem działania tej aplikacji jest:

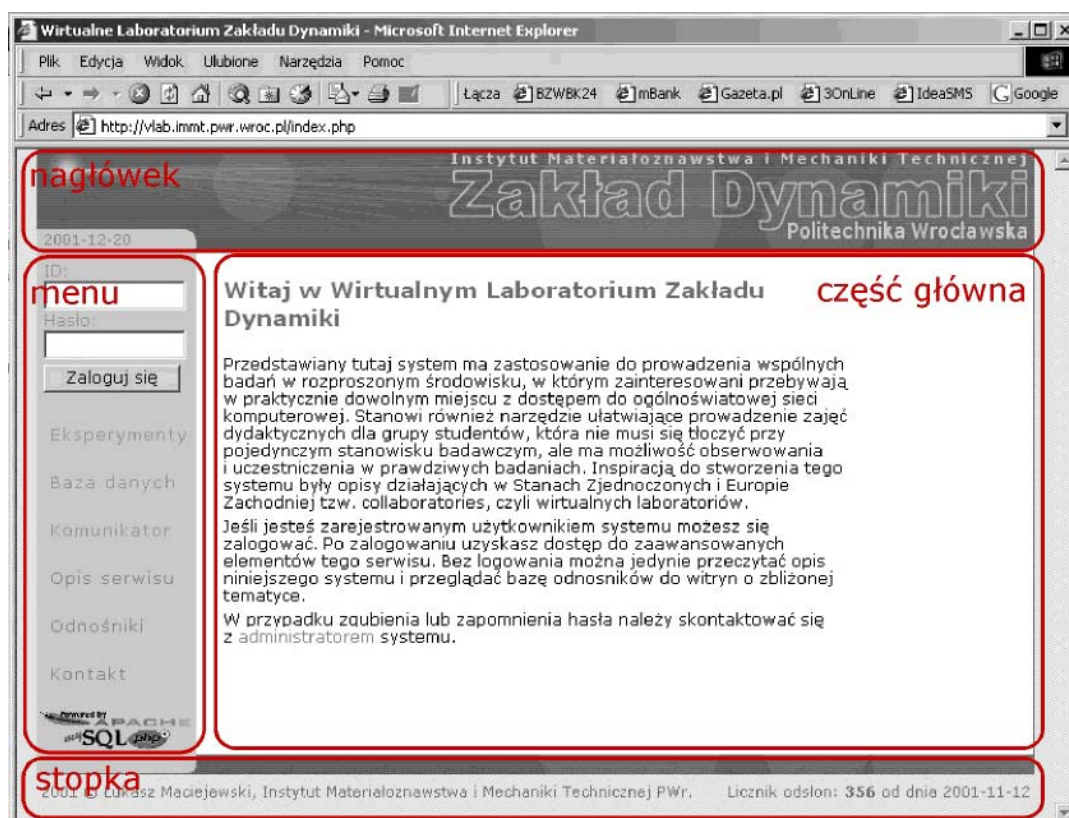
- tworzenie serwisu WWW w zależności od danych otrzymywanych ze stanowiska pomiarowego;
- umożliwienie nadawania różnym użytkownikom różnych praw dostępu w zależności od potrzeb;
- zapewnienie wyświetlania tylko tych elementów, do których dostęp posiada dany użytkownik;
- umożliwienie utworzenia programu sterującego maszyną wytrzymałościową.

Strukturę serwisu WWW przedstawiono na rysunku 3.11. Składa się on z czterech podstawowych elementów:

- nagłówka;
- menu nawigacyjnego;
- części głównej;
- stopki.

Każdy z tych elementów przechowywany jest na serwerze w odrębnych plikach. Gdy przeglądarka zgłosi żądanie pobrania np. pierwszej strony serwisu, na serwerze wykonywany jest skrypt zawarty w pliku `index.php`.

Skrypt podczas swojego działania dołącza poszczególne elementy strony z plików zewnętrznych i składa z nich dokument HTML. Tak utworzony dokument jest następnie wysyłany przeglądarce internetowej, która na podstawie jego zawartości tworzy obraz serwisu.



Rysunek 3.11. Konstrukcja serwisu WWW Wirtualnego Laboratorium

Elementy nagłówka i stopki są stałe. Pozostałe jednak są zmieniane dynamicznie. W zależności od tego, czy użytkownik zalogował się do systemu, czy też nie do tworzonych przez serwer dokumentów dołączany jest odpowiedni plik menu. Podobnie budowana jest zawartość części głównej. W zależności zaś od wybranej z menu pozycji, do dokumentu dołączany jest plik z odpowiednią zawartością.

Reguły wyświetlania czcionek, ich krój, kolor, wielkość oraz pozycjonowanie tekstu i grafiki zostały określone w kaskadowym arkuszu stylów (CSS) umieszczonym w pliku zewnętrznym. Plik ten jest dołączany, przez odpowiednie polecenie HTML, do dokumentu wysyłanego przeglądarce WWW.

Kod źródłowy serwisu WWW znajduje się na dołączonej do niniejszej pracy płycie CD.

3.2.3. Konstrukcja programów dla MTS

Programowanie MicroProfilera wykonywane jest lokalnie z panelu sterującego lub zdalnie przez port RS232.

Każdy programowany przebieg należy złożyć z mniejszych segmentów. Definiuje się je przy pomocy jednego lub więcej parametrów. Dla większości parametrów jednostkami wprowadzanych wielkości są procenty skali. Skalę należy ustalić na początku programu dla trzech parametrów:

- poziomu (Level) w procentach wybranej wkładki przemieszczenia, odkształcenia bądź siły;
- podstawy czasu (Time) - domyślnie 1 sekunda;
- prędkości powrotu do zera (Return to zero) w procentach skali na sekundę.

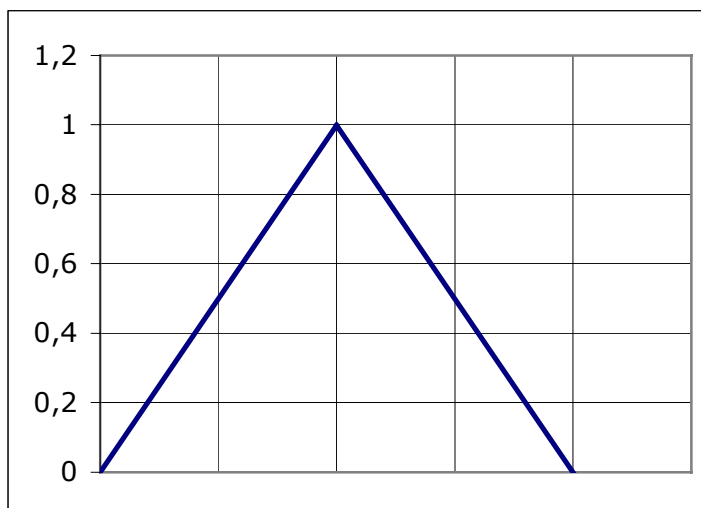
Istnieją trzy podstawowe typy segmentów:

- liniowy (Ramp),
- sinusoidalny (Haversine),
- wstrzymanie (Hold).

Zaprogramowanie pojedynczego przebiegu liniowego polega na wprowadzeniu prędkości narastania (Rate) oraz poziomu (Level), do którego ma zostać poprowadzona prosta (rys. 3.12). Z pojedynczych przebiegów liniowych można składać bardziej złożone wymuszenia.

Instrukcje sterujące wysyłane z poziomu strony WWW mogą mieć postać:

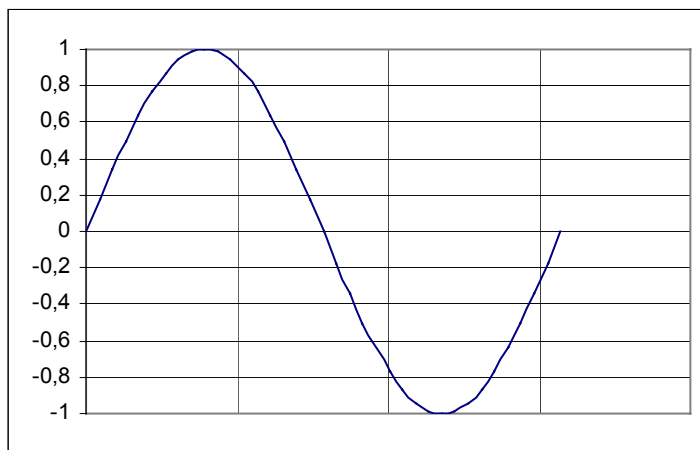
- 1H (poziom 1% wybranej wkładki)
- 10G (prędkość narastania 10% wybranej wkładki/sekundę)
- oH
- 10G



Rysunek 3.12 Przebieg obciążenia trójkątnego

Wymuszenia sinusoidalne programuje się podając amplitudę (Level) oraz częstotliwość (Frequency) segmentu. Zaprogramowanie jednego okresu funkcji sinus wymaga wprowadzenia trzech segmentów. Prosty program sterujący wysyłany z poziomu strony WWW może mieć postać:

- 1H (poziom 1% wybranej wkładki)
- 5K (częstotliwość 5Hz)
- -1H
- 5K
- 0H
- 5K



Rysunek 3.13. Przebieg obciążenia sinusoidalnego

Minimalna częstotliwość możliwa do uzyskania w maszynie MTS-810 wynosi 0.001Hz, maksymalna zaś 80Hz. Czas wstrzymania definiuje się podając jego czas w sekundach. Przebieg zostanie wstrzymany na poziomie poprzedniego segmentu. Minimalny czas wstrzymania wynosi 0,001s , maksymalny 13 lat.

Do każdego zestawu instrukcji wysyłanego do MicroProfilera aplikacja HP VEE dołącza nagłówek w postaci komend resetujących i kalibrujących oraz zakończenie, czyli komendę wykonania programu.

Funkcja powtarzania (Repeat) jest realizowana przynajmniej dla dwusegmentowych cykli. Konieczne jest określenie ilości powtórzeń lub wybranie trybu powtarzania ciągłego.

4

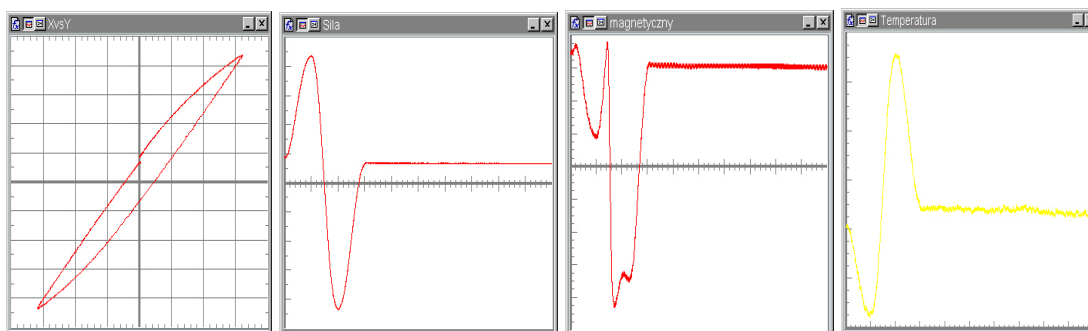
Zastosowania systemu

Wirtualne laboratorium jest umieszczone na serwerze Instytutu Materiałoznawstwa i Mechaniki Technicznej pod adresem <http://vlab.immt.pwr.wroc.pl>. Dostęp do większości jego zasobów posiadają tylko zarejestrowani użytkownicy.

4.1. Badanie efektów krzyżowych

System wirtualnego laboratorium wykorzystano do przeprowadzenia zdalnego eksperymentu, w którym obserwowane były efekty krzyżowe typu termomechanicznego (*efekt Kelvina*) i magnetomechanicznego (*efekt Villariego*) występujące w materiałach ferromagnetycznych.

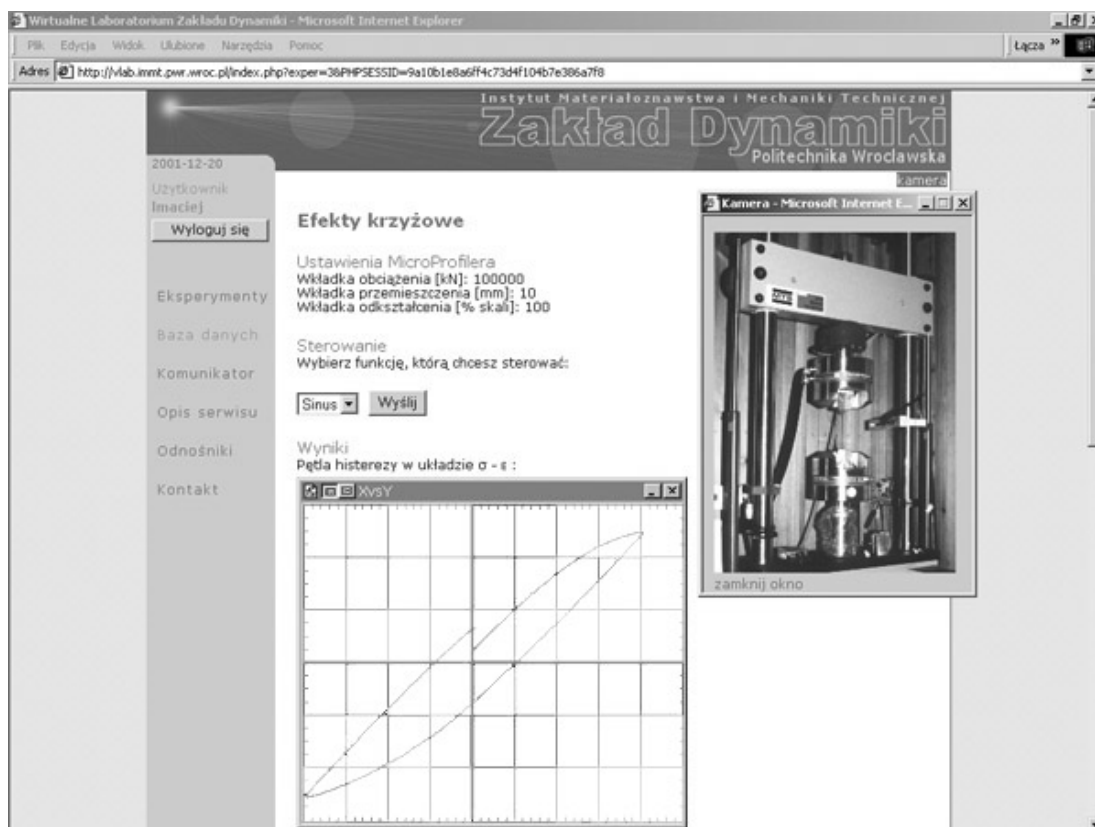
Oczywiście na tym samym stanowisku można prowadzić również inne eksperymenty związane z efektami krzyżowymi, jak np. badanie procesu przemiany martenzytycznej w stalach austenitycznych indukowanej cyklicznym odkształceniem.



Rysunek 4.1. Wyniki badań efektów krzyżowych otrzymane w Wirtualnym Laboratorium

Na maszynie wytrzymałościowej MTS-810 badano próbkę ze stali St3, którą poddano obciążeniu o charakterze sinusoidalnym z częstotliwością 1Hz. Dodatkowo sterowano krokowo amplitudą odkształcenia począwszy od 1% wkładki, aż do 8% by wprowadzić próbkę w stan plastyczny i uzyskać z niej odpowiedź magnetyczną.

Podczas eksperymentu rejestrowano sygnały naprężenia $\sigma(\xi)$, odkształcenia $\epsilon(\xi)$, zmiany temperatury $\Delta T(\xi)$ a także natężenia pola magnetycznego $H(\xi)$. Pomiar zmiany temperatury realizowano przy pomocy termopary typu J o średnicy drutów 0,25 mm i rozdzielczości 0,001°C. Pomiar natężenia pola magnetycznego za, rejestrowano magnetorezystorem typu KMZ51 o zakresie pomiarowym 520 A/m i rozdzielczości 0,01 A/m.

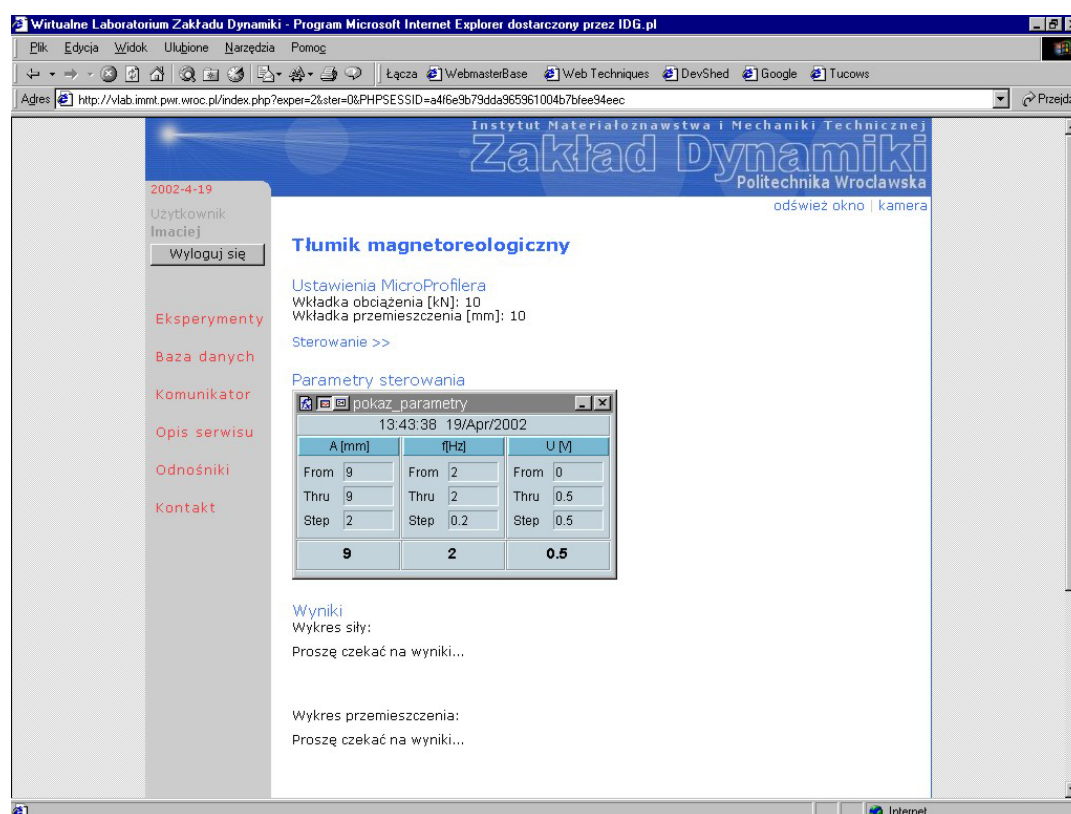


Rysunek 4.2. Wirtualne Laboratorium podczas badań efektów krzyżowych

W eksperymencie uczestniczyła grupa studentów, która obserwowała jego przebieg na monitorach w sali komputerowej. Wybranym osobom umożliwiono zadawanie wymuszeń.

4.2. Badanie magnetoreologicznego tłumika drgań

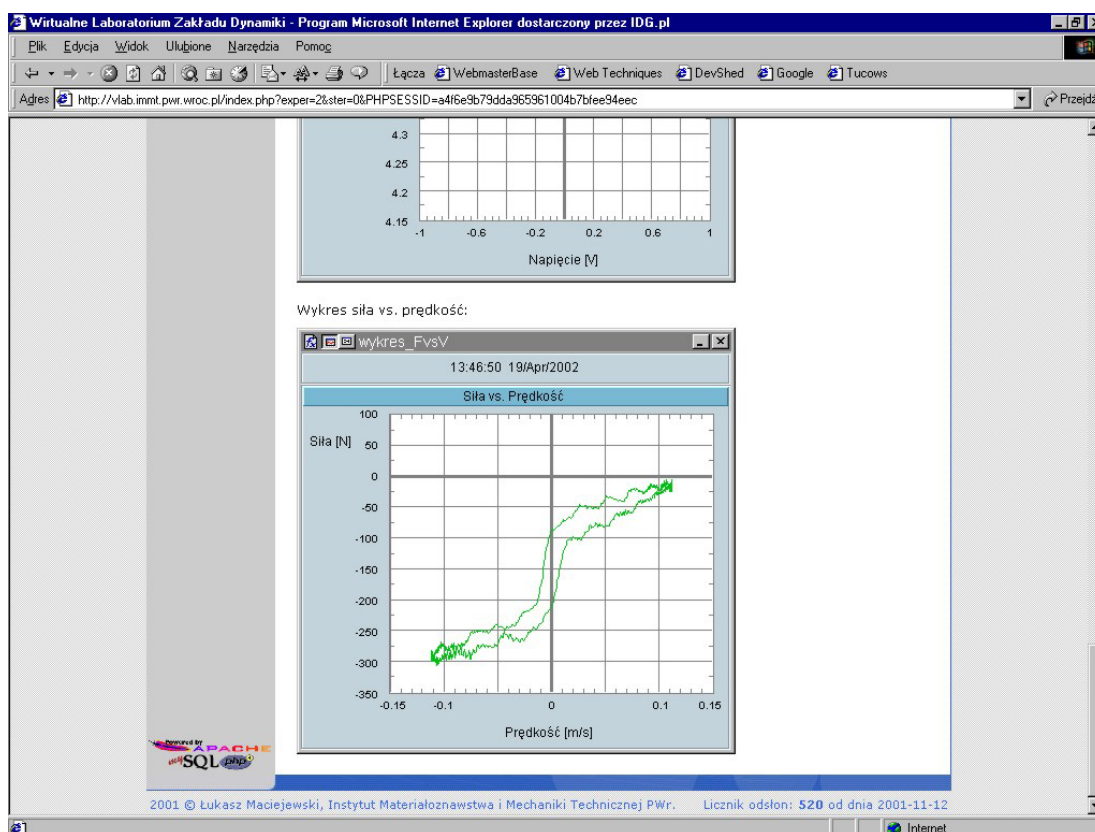
Tłumik magnetoreologiczny przypomina w budowie zwykły amortyzator. Elementem wyróżniającym jest magnetoreologiczna ciecz robocza znajdująca się w jego wnętrzu. Ciecz należy do grupy „smart materials”. Zbudowana jest z mikrokulek żelaza umieszczonych w wodzie, bądź oleju. Pod wpływem pola magnetycznego kulki łączą się w łańcuchy utrudniając przepływ cieczy przez kanaliki wewnątrz tłumika, zwiększając tym samym sztywność tłumika. Odpowiednie sterowanie polem magnetycznym pozwala na dopasowanie właściwości tłumika do zmieniających się warunków pracy.



Rysunek 4.3. Wirtualne Laboratorium - sterowanie tłumikiem magnetoreologicznym i maszyną zmęczeniową

W Wirtualnym Laboratorium przeprowadzono kilkakrotnie udane eksperymenty, których uczestnicy przebywali w odległych geograficznie miejscach. Podczas jednej z prób prowadzący eksperyment przebywał w Bonn, natomiast grupa studentów obserwowała efekty w sali seminaryjnej IMMT. Konsultacje były prowadzone na bieżąco z wykorzystaniem aplikacji

Talk. Kolejny eksperyment przeprowadzono podczas XIX Sympozjum Zmęczenie i Mechanika Pęknięcia w Bydgoszczy. Uczestnicy Sympozjum brali udział w pokazowym eksperymencie uruchomionym w IMMT we Wrocławiu, ale sterowanym z miejsca prezentacji.



Rysunek 4.4. Wirtualne Laboratorium – wyniki eksperymentu z tłumikiem magnetoreologicznym

4.3. Pomiary temperatury

Wirtualne Laboratorium pozwala także na wykonanie w czasie rzeczywistym pomiarów temperatury w jednym z pomieszczeń oraz za oknem Laboratorium Dynamiki. Do pomiarów wykorzystywane są dwa termistory oraz system pomiarowy firmy HP E1301B połączony ze stacją roboczą HP 9000/715 pracująca pod kontrolą systemu HP-UX.

Pomiary dokonywane są automatycznie co pół godziny. Ich wyniki zapisywane zostają w bazie danych MySQL utrzymywanej na serwerze IMMT. Dzięki zastosowaniu bazy danych gość Wirtualnego Laboratorium może

prześledzić historię pomiarów pogrupowanych w postaci tabel. Obecnie w bazie zarejestrowano ponad 70 000 rekordów.

Gość Wirtualnego Laboratorium może również samodzielnie wykonać pomiary temperatury. Formularz do wprowadzenia ilości pomiarów jakie mają być wykonane przez system znajduje się w dziale *Eksperymenty* → *Pomiary temperatury*. Po podaniu ilości żądanych pomiarów uruchomiony zostaje skrypt w stacji roboczej HP 9000/715. uzyskane wyniki zostają wysłane do serwera i opublikowane w postaci tabeli na stronach Wirtualnego Laboratorium. Interwał pomiędzy kolejnymi pomiarami wynosi ok. 0,5 sekundy.

5

Wnioski

5.1. Możliwości systemu

Wirtualne Laboratorium pozwala na udział w realizowanych eksperymentach zainteresowanym ludziom bez względu na ich miejsce pobytu. Jedyne wymaganie stanowi dostęp do światowej sieci komputerowej.

Uczestnictwo w doświadczeniu nie polega jedynie na biernym śledzeniu kolejnych etapów. Po uzyskaniu odpowiednich uprawnień każdy z współuczestników może wpływać na wyniki pomiarów, zadając dozwolone wymuszenia maszynie wytrzymałościowej lub zmieniając właściwości tłumika magnetoreologicznego.

Najważniejszą zaletę przedstawianego w niniejszej pracy systemu stanowi fakt, iż nie jest on symulatorem eksperymentów, lecz zapewnia interaktywny udział w rzeczywistych badaniach prowadzonych w Laboratorium Dynamiki z wykorzystaniem maszyny wytrzymałościowej.

Wirtualne Laboratorium wykorzystuje się również do zdalnych konsultacji. W tym przypadku ekspert nie musi osobiście pojawiać się przy stanowisku pomiarowym. Przebieg eksperymentu może obserwować na ekranie komputera i na bieżąco udzielać wskazówek prowadzącym badania lub osobiście przejąć kontrolę nad eksperymentem.

5.2. Ograniczenia systemu

Użytkowanie systemu podlega pewnym ograniczeniom:

- montaż aparatury pomiarowej i próbki, włączenie pulsatora hydraulicznego MTS i MicroProfilera, uruchomienie aplikacji rejestrującej nie mogą być wykonane zdalnie;
- przepustowość łączy jest niewystarczająca do transmisji plików ASCII z wynikami;
- stan infrastruktury sieciowej w Polsce powoduje, że wykonywanie wirtualnych eksperymentów w niektórych rejonach jest co najmniej kłopotliwy.

Obecny stan technologii komunikacyjnych pozwala na realizację idei wirtualnego laboratorium. Pewne niedogodności sprawia specyfika sprzętu badawczego i prowadzonych w Laboratorium Dynamiki eksperymentów. Przy istniejącej infrastrukturze niewykonalne jest zdalne przygotowanie stanowiska do badań, polegające na uruchomieniu maszyny wytrzymałościowej, instalacji próbek i podłączeniu aparatury pomiarowej do stacji roboczej. Zadanie takie wymagałoby instalacji robota, którego koszty przewyższyłyby wartość Laboratorium. Udział człowieka ciągle jest niezbędny.

5.3. Propozycje rozbudowy i rozwoju

W kolejnych wersjach systemu warto się zastanowić nad możliwościami jego usprawnienia i rozszerzenia o dodatkowe elementy. Proponowane kierunki zmian to:

- usprawnienie komunikacja zdalnego użytkownika z laboratorium np. poprzez użycie oprogramowania telekonferencyjnego; w tym wypadku istnieje możliwość wykorzystania komercyjnych programów komunikacyjnych typu NetMeeting i innych pozwalających na strumieniową transmisję obrazu i dźwięku;

- stworzenie wspólnej wirtualnej tablicy służącej do szybkiej wymiany pomysłów, rysunków, schematów itp.;
- dalsza integracja systemu z bazą danych eksperymentów, tak aby użytkownik miał dostęp do wyników eksperymentów już zrealizowanych. Krok w tym kierunku stanowi udostępniona na stronach Wirtualnego Laboratorium baza wyników pomiarów temperatury realizowanych z krótkimi przerwami od 1998 roku.
- zaplanowanie eksperymentu, do wykonania którego nie będzie konieczny udział pracowników Laboratorium Dynamiki;
- wykonanie konsoli pozwalającej napisać dowolny program sterujący maszyną wytrzymałościową z poziomu Wirtualnego Laboratorium;
- umożliwienie zdalnego prowadzenia klasycznych eksperymentów wytrzymałościowych oraz eksperymentów z dziedziny mechaniki pękania.

6

Bibliografia

- [1] Bradenbaugh J., „JavaScript. Receptury”, Wyd. Helion, Gliwice 2001;
- [2] Brauncajs T., „Podstawy standardu DOM”, Software 2.0 nr 3/2001(75), Software-Wydawnictwo, Warszawa 2001;
- [3] Chmielarczyk P., Kaleta J., Myszka W., „Metoda pomiaru tłumienia dla przypadku obciążeń deterministycznych i pseudolosowych”;
- [4] Chmielarczyk P., Kaleta J., Myszka W., „Wirtualne sterowanie uniwersalną maszyną wytrzymałościową”, *V Międzynarodowa Konferencja Naukowa Komputerowe Wspomaganie Prac Inżynierskich*, Politechnika Wrocławska, Wrocław 2000;
- [5] Ćwiklak D., „List z ulicy Hożej”, Gazeta Wyborcza, środa 03.10.2001, dodatek „Telekomunikacja i Internet”;
- [6] Fajer S., „PHP. Po stronie serwera”, Internet nr 2/2001, Wyd. AVT, Warszawa 2001;
- [7] Flanagan D., „JavaScript. Leksykon kieszonkowy”, Wyd. Helion, Gliwice 2000;
- [8] Haughdahl J. S., „Diagnozowanie i utrzymanie sieci”, Wyd. Helion, Gliwice 2000;
- [9] Kaleta J., Lewadnowski D., Wisniewski W., „Kinematyka efektów krzyżowych w procesie przemiany martenzytycznej indukowanej cyklicznym odkształceniem w próbkach masywnych”, XIX Sympozjum Zmęczenie i Mechanika Pękania, ATR, Bydgoszcz 2002;
- [10] Kierzkowski A., „PHP4. Ćwiczenia praktyczne”, Wyd. Helion, Gliwice 2001;
- [11] Kocańda S., „Zmęczeniowe pękanie metali”, WNT, Warszawa 1985;
- [12] Kouzes R. T., Myers J.D., Wulf W.A., „Collaboratories: Doing Science On The Internet”, IEEE Computer, Volume 29, Number 8, August 1996;
- [13] Koziński M., „Między bazą a Apachem”, PCKurier nr 3/2001, Wyd. Lupus, Warszawa 2001;
- [14] Lerdorf R., „PHP. Leksykon kieszonkowy”, Wyd. Helion, Gliwice 2000;
- [15] Lewczuk R., „Dynamiczne strony”, PCKurier nr 3/2001, Wyd. Lupus, Warszawa 2001;

- [16] Lewczuk R., „Tania i silna platforma”, PCKurier nr 3/2001, Wyd. Lupus, Warszawa 2001;
- [17] „MTS Manual”, MTS Systems Corporation, Minneapolis, MN 1988.
- [18] Myszka W., „Narzędzia sieciowe”, Wrocław 1997;
- [19] Myszka W., „Wirtualne laboratorium – czy warto?”, Jachranka, 2000;
- [20] Płatek R., Okoń Z., „Pajęczek. Najlepszy polski edytor stron WWW”, Wyd. Helion, Gliwice 2000;
- [21] Siegel D., „Tworzenie stron WWW”, Optimus Pascal Multimedia, Bielsko-Biała 1997;
- [22] Sportack M., „Sieci komputerowe – księga eksperta”, Wyd. Helion, Gliwice 1999;
- [23] Szklanowski M., „Zapraszamy do rozmowy – program obsługi chatu”, ChipSpecial nr 7(44) pt. „Strony WWW bez sekretów”, Wyd. Vogel, Wrocław 2000;
- [24] Wilk P., „o7 zgłoś się – łączność z bazami danych w PHP”, ChipSpecial nr 7(44) pt. „Strony WWW bez sekretów”, Wyd. Vogel, Wrocław 2000.

A Techniki udostępniania danych w sieci komputerowej

FTP (File Transfer Protocol) – umożliwia przesyłanie plików pomiędzy dwoma komputerami. Jeden z komputerów musi być pełnić rolę serwera udostępniającego pliki. Często serwowane zasoby są zabezpieczane hasłem. Protokół FTP jest tak stary jak sieć Internet. Dzięki prostocie obsługi i szybkości transmisji ciągle jest powszechni używany. Obsługują go nie tylko dedykowane programy, ale także przeglądarki internetowe.

HTTP (HyperText Transfer Protocol) – precyzuje sposób komunikacji między przeglądarkami WWW a serwerami. Przeglądarka działająca zgodnie z tym protokołem przesyła do serwera żądanie uzyskania dokumentu, serwer w odpowiedzi wysyła wymagany dokument. Na HTTP opiera się działanie sieci WWW (World Wide Web), najpowszechniejszej obecnie metodzie udostępniania danych.

Dane są publikowane w postaci stron napisanych w języku HTML interpretowanym przez przeglądarki WWW. Coraz częściej wykorzystuje się także język XML dający większe możliwości związane z wyszukiwaniem i przetwarzaniem publikowanych danych.

Transmisje strumieniowe – umożliwiają odczytywanie danych jeszcze przed zakończeniem ich pobierania z serwera. W ten sposób udostępniane są treści multimedialne (dźwięk i obraz). Aby móc odbierać takie dane należy wykorzystać specjalizowaną aplikację lub *plug-in* do przeglądarki

internetowej. Dane strumieniowe publikowane są przez serwery pod tzw. adresami multi-castowymi z klasy D. Najbardziej rozpowszechnionymi standardami są Real Media firmy RealNetworks, Windows Media Technologies firmy Microsoft oraz Quicktime firmy Apple. W każdym z tych standardów stosowane są różne metody kompresji i przekazu sygnałów.

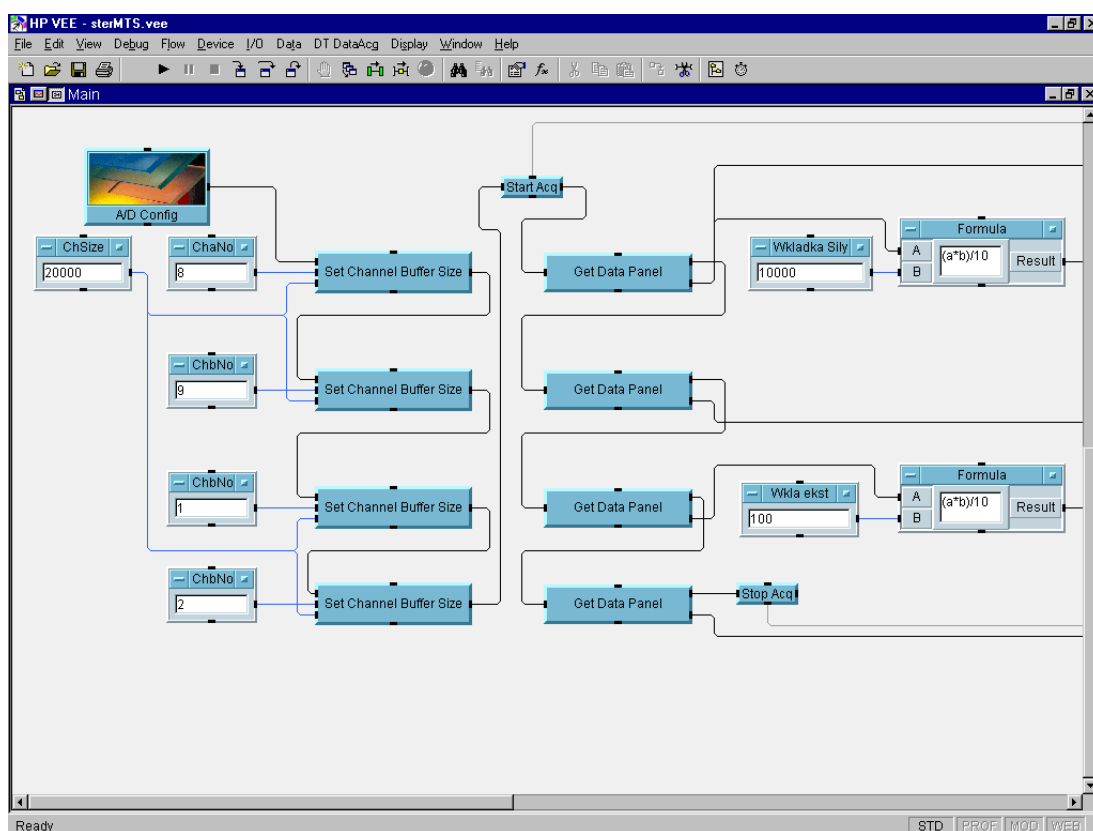
Więcej nt. transmisji strumieniowych znaleźć można pod adresem: <http://eit.agh.edu.pl/~wabik/>

WAP (Wireless Application Protocol) – protokół zaprojektowany specjalnie dla urządzeń przenośnych takich, jak telefony komórkowe czy inne urządzenia bezprzewodowe. Zasada działania jest podobna jak w przypadku HTTP. Dane publikowane są w postaci stron WAP napisanych w języku WML opartym na XML.

B

Instrukcja obsługi aplikacji wspomagających badania

Aplikacja obsługująca eksperyment efektów krzyżowych



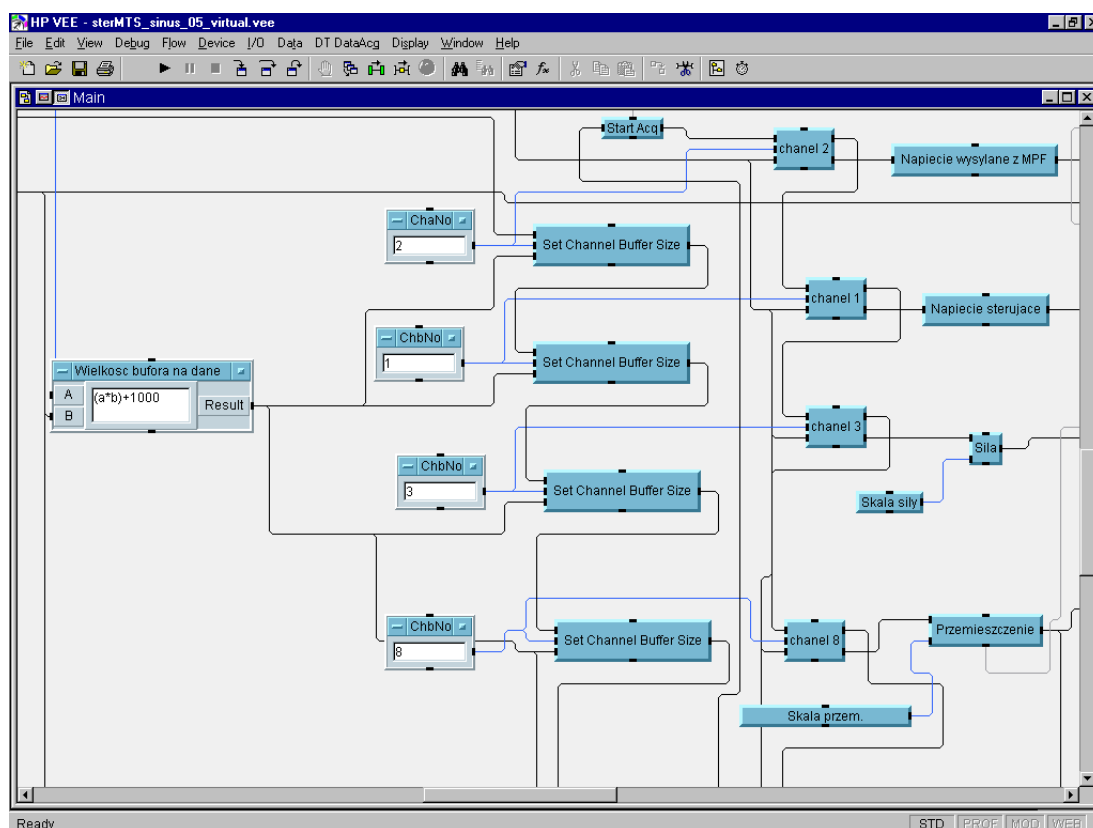
Rysunek 6.1. Fragment aplikacji HPVEE wspomagającej pomiar wielkości
w eksperymencie z efektami krzyżowymi

Na rysunku 6.1 przedstawiono fragment aplikacji wspomagającej pomiary podczas badań efektów krzyżowych. Przed uruchomieniem aplikacji zalecane jest sprawdzenie, czy:

- podłączone są właściwe kanały do karty pomiarowej (sygnał siły – 8, sygnał magnetyczny – 9, sygnał odkształcenia – 1, pomiar temperatury – 2);
- MicroProfiler działa w trybie *Remote* i *Run Enable*;
- wprowadzone w aplikacji wartości wkładek zgadzają się z zamontowanymi w MicroConsoli.

Uruchomienie aplikacji w środowisku VEE można zrealizować poprzez wciśnięcie przycisku *Play* z paska menu.

Aplikacja obsługująca eksperyment z tłumikiem



Rysunek 6.2. Fragment aplikacji wspomagającej pomiar wielkości w eksperymencie z tłumikiem magneto-reologicznym

Na rysunku 6.2 przedstawiono fragment aplikacji HPVEE wspomagającej pomiar wielkości w eksperymencie z tłumikiem magneto-reologicznym. Przed uruchomieniem aplikacji w środowisku VEE konieczne jest wykonanie następujących czynności:

- sprawdzenia podłączenia kanałów do karty pomiarowej (sygnał siły – 3, sygnał przemieszczenia – 8, napięcie sterujące – o DC);
- sprawdzenia czy MicroProfiler jest ustawiony w trybie *Remote* i *Run Enable*;
- sprawdzenia czy ustawiony jest w MicroConsoli tryb sterowania przemieszczeniem;

- sprawdzenia czy wprowadzone w aplikacji wielkości wkładek są zgodne z wkładkami zamontowanymi w MicroConsoli.

Uruchomienie aplikacji powinno być realizowane nie przyciskiem *Play* w menu środowiska VEE, ale zielonym przyciskiem *Start* w widoku *Execution Window*, co zapewni wykonanie elementów programu we właściwej kolejności.



Instrukcja obsługi serwisu WWW

Wirtualne Laboratorium dostępne jest pod adresem <http://vlab.immt.pwr.wroc.pl>. Korzystanie z większości funkcji serwisu wymaga autoryzacji. Aby biernie uczestniczyć w realizowanych eksperymentach wystarczy zalogować się do systemu jako „gosc” z hasłem „gosc”.

Każdy w ten sposób zalogowany użytkownik ma możliwość śledzenia wyników prowadzonego eksperymentu. W tym celu należy wybrać z menu głównego odnośnik *Eksperymenty*, a następnie wcisnąć przycisk *zobacz>>* przy wskazanym przez prowadzącego eksperyment. Gość Wirtualnego Laboratorium może również pobrać wyniki pomiarów temperatur z bazy danych (odnośnik *Baza danych* w menu głównym) oraz wykonać w trybie online pomiary temperatury (odnośnik *Eksperymenty* i dalej przycisk *zobacz>>* przy pomiarach temperatury).

W przypadku posiadania uprawnień do sterowania eksperymentami w odpowiednich miejscach pojawiają się formularze pozwalające na wprowadzanie danych. W zależności, czy będzie to eksperyment z efektami krzyżowymi, czy też z tłumikiem magnetoreologicznym, wygląd tych formularzy będzie inny.

Efekty krzyżowe

Ustawienia MicroProfilera

Wkładka obciążenia [kN]: 10
Wkładka przemieszczenia [mm]: 10
Wkładka odkształcenia [% skali]: 100

Sterowanie

Wybierz funkcję, którą chcesz sterować:

Rysunek 6.3. Formularz wyboru funkcji sterującej w badaniach efektów krzyżowych

Formularz sterowanie parametrami eksperymentu z efektami krzyżowymi został pokazany na rysunku 6.1. Po wybraniu żądanej funkcji, uruchomiony zostanie krokowy mechanizm budowy programu dla MicroProfilera. W pierwszym kroku użytkownik będzie zapytany o ilość segmentów, z których zbudowany ma być program. W następnych krokach wyświetlone zostaną formularze, w które należy wprowadzić parametry każdego z segmentów. Zasadę budowy programów dla MicroProfilera omówiono w rozdziale 3.

Tłumik magnetoreologiczny

Ustawienia MicroProfilera

Wkładka obciążenia [kN]: 10
Wkładka przemieszczenia [mm]: 10

[<< Wyniki](#)

Sterowanie

Amplituda:	9	Częstotliwość:	2	Napięcie:	0
	9		2		0.5
	2		0.2		0.5

Rysunek 6.4. Wprowadzanie danych sterujących tłumikiem magnetoreologicznym

Rysunek 6.3 przedstawia formularz przy pomocy, którego wysyłane są dane sterujące tłumikiem magnetoreologicznym. Po wprowadzeniu żądanych parametrów i zatwierdzeniu przyciskiem *Wyślij* niezbędne jest wciśnięcie przycisku *<< Wyniki*.

Przy każdym z powyższych formularzy widoczne są również aktualne ustawienia MicroProfilera. Są one niezbędne szczególnie przy konstrukcji programów do badań efektów krzyżowych, kiedy wszystkie parametry segmentu programu są wprowadzane w procentach skali zainstalowanej wkładki.

D

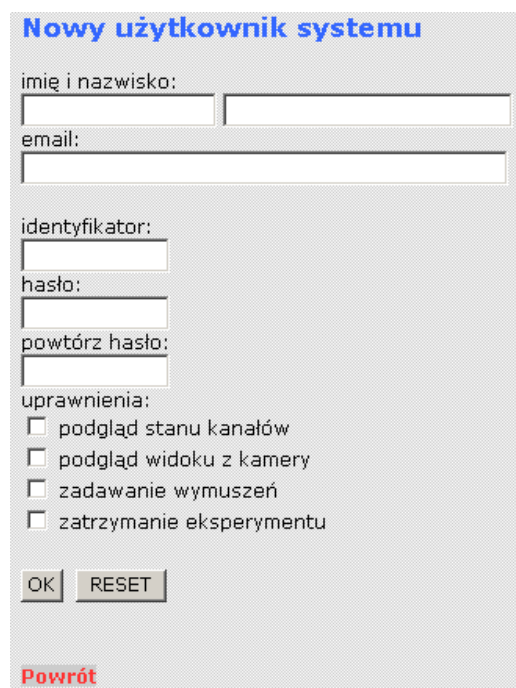
Instrukcja obsługi modułu administracyjnego

Moduł administracyjny (<http://vlab.immt.pwr.wroc.pl/admin.php>) pozwala na dodawanie nowych, modyfikowanie i usuwanie użytkowników Wirtualnego Laboratorium. Dane o użytkownikach przechowywane są w relacyjnej bazie danych MySQL umieszczonej na serwerze. Do komunikacji z bazą służą proste formularze.

Lista użytkowników systemu							
nr	imię	nazwisko	id	uprawnienia	email		
1	Lukasz	Maciejewski	lmaciej	1111	lmaciejewski@poczta.onet.pl	usuń	popraw
2	Wojciech	Myszka	wojtek	1111	W.Myszka@immt.pwr.wroc.pl	usuń	popraw
3	Ludwik	Ryng	ludwik	1100	lryng@sgh.waw.pl	usuń	popraw
6	Gość	Vlab	gosc	1100		usuń	popraw
5	Daniel	Lewandowski	daniel	1111	daniel.lewandowski@immt.pwr.wroc.pl	usuń	popraw
Dodaj użytkownika							
Powrót							

Rysunek 6.5. Strona główna modułu administracyjnego

Wciśnięcie przycisku *Dodaj użytkownika* spowoduje wyświetlenie pustego formularza przedstawionego na rysunku 6.4. Formularz umożliwia wprowadzenie informacji o użytkowniku i ustawienie jego uprawnień do korzystania z Wirtualnego Laboratorium.



Nowy użytkownik systemu

imię i nazwisko:

email:

identyfikator:

hasło:

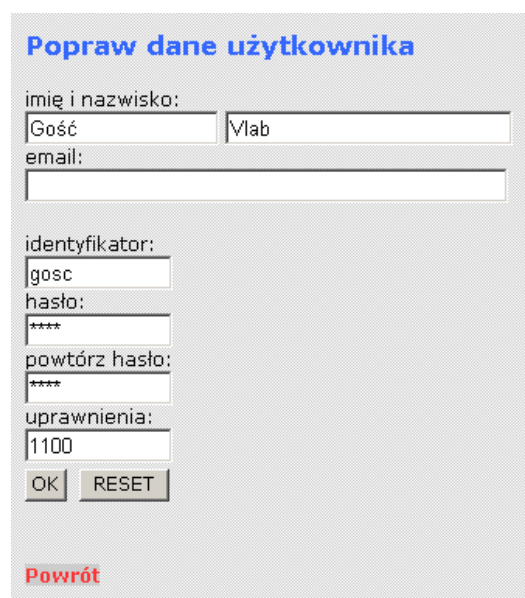
powtórz hasło:

uprawnienia:
☐ podgląd stanu kanałów
☐ podgląd widoku z kamery
☐ zadawanie wymuszeń
☐ zatrzymanie eksperymentu

[Powrót](#)

Rysunek 6.6. Formularz dodawania nowego użytkownika

Wybranie polecenia *Popraw* przy danym użytkowniku powoduje wyświetlenie formularza wypełnionego danymi z bazy użytkowników. Modyfikacja polega na zmianie poszczególnych pól formularza.



Popraw dane użytkownika

imię i nazwisko:

email:

identyfikator:

hasło:

powtórz hasło:

uprawnienia:

[Powrót](#)

Rysunek 6.7. Formularz modyfikacji danych użytkownika



Zawartość dołączonej płyty CD

Dołączona do pracy płyta CD zawiera:

- pliki źródłowe wirtualnego laboratorium;
- aplikacje HP VEE obsługujące eksperyment;
- biblioteki uruchomieniowe (runtime) HP VEE;
- wersje instalacyjne serwera WWW Apache 1.39 dla środowiska Windows i Linux;
- wersję instalacyjną programu Acrobat Reader 5.0;
- wersje instalacyjne przeglądarek internetowych Internet Explorer 6.0 i Netscape 6;
- program komunikacyjny PuTTY;
- tekst niniejszej pracy w formacie PDF.



Spis rysunków

Rysunek 2.1. Przebieg naprężeń zmiennych [11]	9
Rysunek 2.2. Wykres zmęczenia Wöhlera [11]	10
Rysunek 2.3. Wykres zmęczenia Wöhlera z zaznaczonymi miejscami wytrzymałości zmęczeniowej dla małej liczby cykli ZK, ograniczonej wytrzymałości zmęczeniowej ZO oraz nieograniczonej wytrzymałości zmęczeniowej ZZ[11]	11
Rysunek 2.4. Przebiegi sygnałów naprężenia, odkształcenia, zmiany temperatury i natężenia pola magnetycznego	12
Rysunek 2.5. Pętla histerezy w układzie temperatura – odkształcenie	13
Rysunek 2.6. Pętla histerezy w układzie sygnał magnetyczny – naprężenie	13
Rysunek 3.1. Schemat typowego stanowiska pomiarowego wykorzystywanego do badań w Laboratorium Dynamiki	15
Rysunek 3.2. Element uniwersalnej maszyny zmęczeniowej MTS-810 realizujący obciążenia [17]	16
Rysunek 3.3. Układ hydrauliczny maszyny wytrzymałościowej [17]	17
Rysunek 3.4. Konsola sterująca maszyną wytrzymałościową i jej elementy [17]	17
Rysunek 3.5. Schemat sieci lokalnej istniejącej w Laboratorium Dynamiki	20
Rysunek 3.6. Schemat komunikacji pomiędzy elementami sprzętowymi Wirtualnego Laboratorium	21
Rysunek 3.7. Aplikacja demonstracyjna	26
Rysunek 3.8. Wynik działania aplikacji demonstracyjnej	27
Rysunek 3.9. Algorytm zdalnego sterowania maszyną zmęczeniową	28
Rysunek 3.10. Schemat komunikacji pomiędzy elementami programowymi	29
Rysunek 3.11. Konstrukcja serwisu WWW Wirtualnego Laboratorium	31
Rysunek 3.12. Przebieg obciążenia trójkątnego	33
Rysunek 3.13. Przebieg obciążenia sinusoidalnego	33
Rysunek 4.1. Wyniki badań efektów krzyżowych otrzymane w Wirtualnym Laboratorium	35

Rysunek 4.2. Wirtualne Laboratorium podczas badań efektów krzyżowych	36
Rysunek 4.3. Wirtualne Laboratorium - sterowanie tłumikiem magnetoreologicznym i maszyną zmęczeniową.....	37
Rysunek 4.4. Wirtualne Laboratorium – wyniki eksperymentu z tłumikiem magnetoreologicznym	38
Rysunek 6.1. Formularz wyboru funkcji sterującej w badaniach efektów krzyżowych	52
Rysunek 6.2. Wprowadzanie danych sterujących tłumikiem magnetoreologicznym	52
Rysunek 6.3. Strona główna modułu administracyjnego.....	54
Rysunek 6.4. Formularz dodawania nowego użytkownika.....	55
Rysunek 6.5. Formularz modyfikacji danych użytkownika	55