PODSTAWY ELEKTRONIKI – LABORATORIUM

LABORATORIUM 1

Informacje ogólne

1. Cel Laboratorium.
2. Lista studentów, BHP, regulamin laboratorium.
3. Warunki zaliczenia.

Omówienie zagadnień

1. Rodzaje aparatury znajdującej się w Laboratorium.
2. Przepisy bezpieczeństwa aparatury i użytkownika.
3. Instrukcja przyrządu pomiarowego.
4. Normy dot. pomiarów i aparatury pomiarowej.
5. Sposób prowadzenia doświadczenia.
6. Zapis wyniku pomiaru.
7. Zaokrąglanie wyników pomiaru, obliczeń, błędów.
8. Zasady wykonywania wykresów.
9. Sposób wykonania sprawozdania z eksperymentu pomiarowego.

LABORATORIUM 2

Zadania do omówienia

1. *Zapisać poprawnie wyniki*
   - $h = (4{,}315233 \pm 0{,}01514)\ m$
   - $V = (365{,}135 \pm 0{,}089)\ cm^3$
   - $v = (96{,}3659 \pm 0.0185)10^5\ m\ s^{-1}$
2. *Napisać wyrażenie ogólne określające błąd*
   - *bezwzględny*
   - *względny*
3. *Napisać wyrażenie określające błąd przyrządu analogowego i cyfrowego*
   - *bezwzględny*
   - *względny*

Temat:

Obsługa i wykorzystanie multimetru Metex (pomiar napięć/prądów stałych, pomiar rezystancji, pojemności) oraz zasilacza: parametry, zakres zastosowań, ograniczenia. Zapoznanie się z cechami miernika analogowego

(materiały do przygotowania się: Zakładka: Podstawy elektroniki, ćw. 1. Pomiary napięć stałych)

Cel ćwiczenia

Poznanie parametrów metrologicznych podstawowych urządzeń pomiarowych oraz ich zastosowań.

Program ćwiczenia

1. Określić parametry wskazanego przyrządu analogowego (miliamperomierza, woltomierza - oba LM):
   - rodzaj mierzonej wielkości,
   - zakres (podzakresy),
   - wartość działki elementarnej
   - oszacować błędy odczytu,
   - klasę,
   - opór wewnętrzny,
   - inne parametry, o których mowa na płycie przyrządu.
2. Określić parametry przyrządu cyfrowego (Metexa):

- rodzaje wielkości mierzonych,
- zakresy (podzakresy),
- błąd przetwarzania,
- błąd dyskretyzacji,
- rezystancję wewnętrzną,
- częstotliwościowy zakres pracy,
- zinterpretować miarę sygnałów zmiennoprądowych.

Dane zestawić w tabeli, a następnie na odpowiednim diagramie.

3. Wykreślić charakterystykę błędu bezwzględnego i względnego dla wybranego przyrządu przedstawiając odpowiednie składowe błędu oraz błąd sumaryczny.
4. Omówić parametry zasilacza (zakres regulacji napięcia, rezystancja wewnętrzna).
5. Zbadać zakres regulacji napięcia zasilacza za pomocą multimetru metex.
6. Za pomocą multimetru metex zmierzyć wartości 3-ch rezystorów i 3-ch kondensatorów. Wykazać czy wartości badanych elementów pozostają w zakresie tolerancji.
7. Wskazać różnice cech różnych diod (zwykłej, prostowniczej, Zenera) Zbadać charakterystykę wybranej diody. Wykorzystać miliamperomierz prądu stałego (LM) oraz multimetr Metex. Zbudować odpowiedni układ pomiarowy. Zwrócić uwagę na cech urządzeń pomiarowych (rezystancja wewnętrzna, zakres pomiarowy, dokładność).
8. Spróbować szacować wartość rezystancji diody.

LABORATORIUM 3, 4

Temat:

Sygnały – ich źródła, podstawowe parametry i obserwacja

Generator i oscyloskop. Wykorzystanie oscyloskopu do pomiarów parametrów stało- i zmiennoprądowych. Obsługa i wykorzystanie generatora, multimetru Metex (pomiar napięć/prądów zmiennych, częstotliwości) oraz oscyloskopu. Parametry urządzeń, zakres zastosowań, ograniczenia

(materiały do przygotowania się: Zakładka: Podstawy elektroniki, ćw. 2. Oscyloskop elektroniczny, ćw. 4. Czwórniki bierne - charakterystyki częstotliwościowe)

Cele ćwiczenia

1. Poznanie własności typowego, laboratoryjnego źródła sygnałów, jego właściwości i możliwości regulacji.
2. Identyfikacja struktury blokowej oscyloskopu analogowego oraz praktyczna nauka jego obsługi. Poznanie zasady działania układu wyzwalania i jej wykorzystywanie w praktycznym uzyskiwaniu stabilnych obrazów na ekranie oscyloskopu.
3. Pomiar wybranych parametrów sygnałów, np. amplitudy, okresu, czasu narostu, wartości średniej, wartości skutecznej.

Zadania do omówienia

1. *Parametry generatora:*
   - *rodzaje generowanych sygnałów,*
   - *parametry sygnałów, także składowa stała, sygnał TTL, możliwości regulacji,*
   - *częstotliwościowy zakres pracy, możliwości regulacji, ograniczenia,*
   - *rezystancja wyjściowa.*
2. *Oscyloskop:*
   - *schemat blokowy,*
   - *regulacja obrazu,*
   - *praca jednokanałowa, praca AC, DC,*
   - *czułość, podstawa czasu,*
   - *pasmo pracy i jego konsekwencje,*
   - *impedancja wejściowa i jej wpływ na obraz sygnału oglądanego na oscyloskopie,*
   - *wpływ parametrów resztkowych kabli doprowadzających,*
   - *synchronizacja i wyzwalanie,*
   - *praca dwukanałowa, ALT, CHOP, ADD, X-Y – zastosowania, ograniczenia.*

3. *Możliwości pomiarowe oscyloskopu:*
   - *składowa stała, także praca AC i DC,*
   - *wartość międzyszczytowa,*
   - *amplituda impulsu i czas jego trwania,*
   - *okres,*
   - *przesunięcie fazowe*
   - *relacje miedzy dwoma sygnałami (praca X-Y: stosunek częstotliwości i stabilność częstotliwości, przesuniecie fazowe i stałość przesunięcia fazowego),*
   - *dokładność pomiarów oscyloskopowych: oscyloskop analogowy i cyfrowy.*
4. *Oscyloskop – podstawą wyznaczania parametrów na bazie pomiarów:*
   - *czasu i szybkości narostu i opadania impulsu,*
   - *stałej czasowej,*
   - *współczynnika wypełnienia,*
   - *sygnałowych efektów wzbudzenia układów elektronicznych.*

Program ćwiczenia

1. Określić związek manipulatorów umieszczonych na płycie czołowej generatora z jego schematem blokowym. Ustalić, skąd należy pobierać generowany sygnał oraz do czego służą poszczególne regulatory i przełączniki. Wskazać (podstawa: instrukcja obsługi, oględziny) istotne parametry generatora i przewidywane cechy generowanych sygnałów.
2. Określić związek manipulatorów umieszczonych na płycie czołowej oscyloskopu z jego schematem blokowym. Wskazać (podstawa: instrukcja obsługi, oględziny) istotne cechy oscyloskopu: możliwości i zakres zastosowań.
3. Wykorzystanie oscyloskopu elektronicznego do obserwacji i badania sygnałów nastawionych na wyjściu generatora:
   a. procedura uzyskiwania stabilnego obrazu na ekranie oscyloskopu,
   b. badanie układu wyzwalania,
   c. pomiary parametrów napięciowych sygnału,
   d. pomiary odcinków czasu,
   e. jednoczesna obserwacja dwóch sygnałów.
4. Zmierzyć oraz wyznaczyć odpowiednie parametry sygnałów generatora. Oszacować dokładność wartości podanych parametrów sygnału.
5. Do pomiarów wykorzystać także multimetr METEX. Określić wartość średnią i skuteczną sygnału sinusoidalnego o częstotliwości ok. 50 Hz; wykorzystać multimetr i oscyloskop. Powtórzyć eksperyment dla sygnału o innym kształcie. Wskazać ograniczenia miernika (kształt sygnału, pasmo, w odpowiednich przypadkach wskazać na istnienie błędu dodatkowego).
6. Z elementów R, C zbudować odpowiednio układ całkujący oraz układ różniczkujący a następnie:
   a. zaobserwować działanie obu układów przy pobudzeniu sygnałami o różnych kształtach. Wskazać zakres częstotliwości, w którym realizowana jest operacja różniczkowania/całkowania.
   b. zbadać pasmo przenoszenia obu układów. Uzyskane rezultaty skomentować w kontekście wartości elementów RC. Wykreślić odpowiednie charakterystyki.

Literatura

1. Frankiewicz I., Oscyloskop. W: Miernictwo elektroniczne i elektryczne. Ćwiczenia laboratoryjne. Frankiewicz I. (red.), Politechnika Wrocławska, Wrocław, 1992, ss.4-9.
2. Midziński B., Elektrotechnika. WNT, Warszawa, 2002.
3. Rydzewski J., Pomiary oscyloskopowe. WNT, Warszawa, 1994.

LABORATORIUM 5, 6

Temat:

Układy elektroniczne – ich budowa i uruchamianie

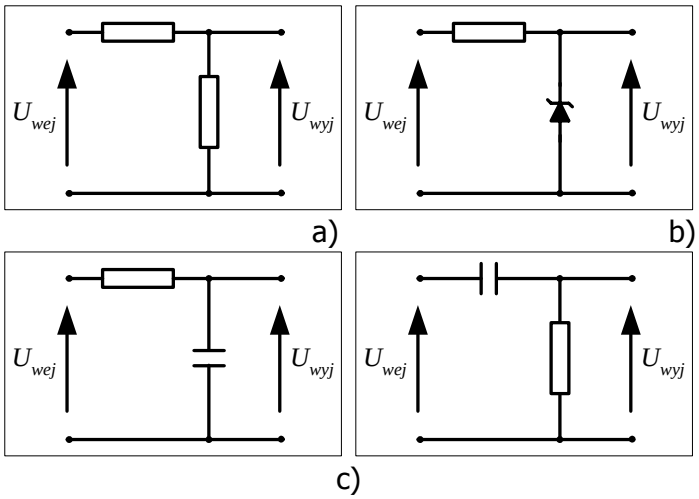
(materiały do przygotowania się: Zakładka: Podstawy elektroniki, ćw. 3. Liniowe i nieliniowe elementy bierne obwodów elektrycznych, ćw. 4. Czwórniki bierne - charakterystyki częstotliwościowe)

Cele ćwiczenia

1. Omówienie budowy układów elektronicznych i wybranych przykładów podzespołów w nich występujących.
2. Omówienie i przećwiczenie na prostym przykładzie etapów projektowania układu elektronicznego; zwrócenie szczególnej uwagi na znaczenie i możliwe źródła założeń do projektu.
3. Nauka praktycznego wykonywania pomiarów natężenia prądu i spadków napięcia stałego multimetrem. Omówienie właściwości źródeł napięcia stałego i obsługa typowego zasilacza.
4. Uświadomienie słuchaczom, że podczas badania właściwości układów wykorzystujemy nie tylko wyniki pomiarów bezpośrednich, ale także związki między wielkościami opisane podstawowymi prawami elektrotechniki teoretycznej, np. prawami Ohma i Kirchhoffa. Przypomnienie tych praw.
5. Praktyczna nauka dokumentowania prac: projektowych (schematy ideowe i montażowe; symbole wybranych elementów elektronicznych) oraz badawczych.

Program ćwiczenia

1. Projekt, budowa i badanie prostego układu elektronicznego: a- dzielnik napięcia, 2- stabilizator parametryczny z diodą Zenera, 3- filtr pasywny RC:
   a. sformułowanie funkcji realizowanych przez układ i założeń (ograniczeń), które musi on spełniać,
   b. wybór elementów składowych i struktury układu; schemat ideowy,
   c. połączenie i uruchomienie układu,
   d. zbadanie właściwości wykonanego układu.
2. Opracowanie sprawozdania dokumentującego wykonane prace projektowe i pomiarowe.



Rys. 1. Proste układy elektroniczne: a – dzielnik napięcia, b – stabilizator parametryczny, c – filtry pasywne RC

Literatura

1. Borkowski J., Podstawy elektrotechniki. Wyd. Szk. i Pedagog. Warszawa, 2000, ss. 3-18.
2. Midziński B., Elektrotechnika. WNT, Warszawa, 2002, ss.6-14.
3. Watson J., Elektronika. WKŁ, Warszawa, 1999, ss. 23-59.

LABORATORIUM 7, 8

Temat:

Wzmacniacz – jego możliwości i ograniczenia.
Wykorzystanie symulacji do analizy właściwości układów elektronicznych
(np. TINA lub Micro-Cap)

(materiały do przygotowania się: Zakładka: Podstawy elektroniki, ćw. 10 Wzmacniacz operacyjny)

Cel ćwiczenia

Praktyczne poznanie podstawowych parametrów wzmacniacza.

Program ćwiczenia

1. Prześledzenie schematu montażowego i narysowanie schematu wyprowadzeń. Omówienie działania wzmacniacza. Wskazanie istotnych elementów: rezystorów, kondensatorów, diody i ich znaczenia dla

działania układu wzmacniacza
2. Wskazanie na istotę relacji: rezystancja źródła sygnału – a rezystancja wejściowa wzmacniacza. Rezystancja wyjściowa wzmacniacza.
3. Wskazanie sposobu szacowania rezystancji wejściowej i wyjściowej wzmacniacza jako układu aktywnego.
4. Uruchomienie wzmacniacza w warunkach statycznych (bez obecności sygnału wejściowego).
5. Budowa wzmacniacza o wzmocnieniu $K = 10$, przy różnym zestawie elementów. Wskazanie ograniczeń.
6. Obserwacja rezultatów wzmocnienia sygnału sinusoidalnego $f = 1$ kHz i regulowanej amplitudzie.
7. Praca wzmacniacza w nasyceniu. Obserwacja wpływu wartości napięcia zasilającego na kształt sygnału na wyjściu wzmacniacza.
8. Badanie charakterystyki $U_{wyj} = \Phi(U_{wej})$, dla $K = 10$ oraz dla $K = 100$. Porównanie rezultatów.
9. Obserwacja rezultatów wzmocnienia sygnału sinusoidalnego i prostokątnego dla $K = 100$ i regulowanej częstotliwości $f = 1$ kHz, w zakresie liniowej pracy wzmacniacza.
10. Badanie charakterystyki $U_{wyj} = \Psi(f)$, dla $K = 10$ oraz dla $K = 100$. Porównanie rezultatów.
11. Obserwacja rezultatów wzmocnienia sygnału sinusoidalnego i prostokątnego przy zmieniającej się częstotliwości. Wyciągnięcie wniosków dotyczących „budowy" obu sygnałów.

Wykonanie praktyczne

1. Uruchomienie i obserwacja działania wzmacniacza:
   a. $U_{cc} \approx 10$ V,
   b. $R_f = 100$ kΩ,
   c. $R_1 = 10$ kΩ.
   d. $K_U \approx 10$ V/V,
   e. $U_{wej} = 100$ mV$_{pp}$,
   f. $f = 0 \div 400$ Hz (w zakresie pracy multimetru Metex).
   g. obserwować na oscyloskopie U_{wej}, U_{wyj}, określić wzmocnienie, obserwować przesunięcie fazowe.
2. Zbadanie charakterystyki przejściowej $U_{wyj} = \Phi(U_{wej})$ wzmacniacza:
   a. przyjąć $f = 400$ Hz = const.
   b. U_{wej} zmieniać w zakresie od kilku mV aż do zaobserwowania zniekształceń sygnału wyjściowego U_{wyj}.
   c. U_{wej} i U_{wyj} mierzyć multimetrem Metex oraz obserwować na oscyloskopie.
   d. obserwować nasycanie się wzmacniacza.
   e. opracować odpowiednią charakterystykę.
3. Zbadanie charakterystyki częstotliwościowej wzmacniacza $K_U = \mathbf{f}(f)$
   a. przyjąć $U_{wej} = 200$ mVpp = const.
   b. częstotliwość zmieniać w zakresie 50 Hz do 1 MHz, wg sekwencji 1-2-5.
   c. U_{wyj} mierzyć oscyloskopem.
   d. opracować odpowiednią charakterystykę (skala logarytmiczna).
   e. wyznaczyć górną i dolną częstotliwość graniczną wzmacniacza.
4. Symulacyjne badanie właściwości wzmacniacza odwracającego za pomocą programu TINA-TI:
   a. opisać wygląd okna.
   b. edytować schemat i zapisać go w postaci zbioru .TSC.
   c. zbadać charakterystykę statyczną $U_{wyj} = \Phi(U_{wej})$ i na jej podstawie oszacować wzmocnienie układu.
   d. zbadać odpowiedź układu na skok jednostkowy w liniowym zakresie pracy.
   e. zbadać odpowiedź wzmacniacza na pobudzenie sinusoidalne $f = 1$ kHz.
   f. zbadać charakterystykę częstotliwościową wzmacniacza. Wskazać podobieństwa do charakterystyki uzyskanej podczas pomiarów wykonanych wcześniej. Zbadać wpływ kondensatorów sprzęgających.

Literatura

1. Czerw M., Szpich P., Micro-Cap III. DIR Gliwice 1993.
2. Górecki P., Wzmacniacze operacyjne: podstawy, aplikacje, zastosowania, BTC Warszawa 2002.
3. http://www.tina.com/Polish/tina/.
4. Micro-Cap Evaluation/Student.

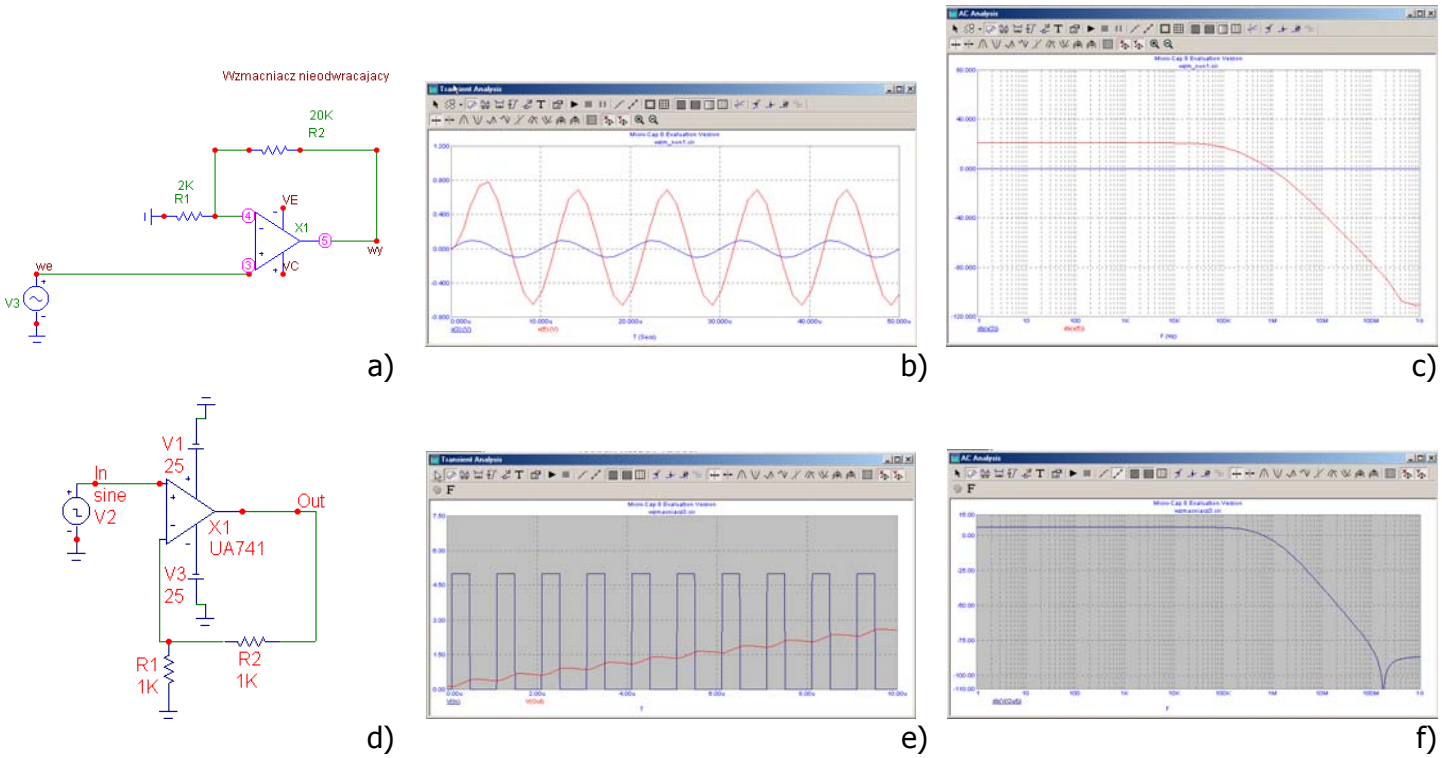
Komputerowa symulacja układów elektronicznych

Cel ćwiczenia

Wykorzystanie programu symulacyjnego do badania właściwości układów elektronicznych, praktyczna realizacja układu, porównanie rezultatów.

Program ćwiczenia

1. Omówienie działania i możliwości programu Micro-Cap v.8.0 do symulacji układów elektronicznych
2. Symulacja charakterystyk czasowych i częstotliwościowych układu wzmacniacza nieodwracającego.
3. Symulacja pomiarów prądowych i napięciowych w tym samym układzie.
4. Modyfikacje układu i symulacja ich charakterystyk.
5. Opracowanie własnego układu stałoprądowego, pomiary prądowo-napięciowe, zgodność z prawami Kirchhoffa.
6. Opracowanie własnego układu przetwarzającego sygnały zmienne w czasie np. prosty układ RC.



Rys. 2. Przykładowe struktury wzmacniaczy (a), d)) oraz rezultaty symulacji ich działania (b), c), d), f))

LABORATORIUM 9

Temat:

Podstawy elektroniki cyfrowej

(materiały do przygotowania się: Zakładka: Podstawy elektroniki, ćw. 6. Podstawowe funktory logiczne)

Cele ćwiczenia

1. Pokazanie fizycznych aspektów napięciowej reprezentacji stanów logicznych „0” i „1”, a w szczególności:
   a. zakresów napięcia odpowiadających obu stanom,
   b. tolerancji dla tych stanów od strony wejścia i wyjścia,
   c. wpływu obciążenia wyjścia bramki na jej napięcie wyjściowe,
   d. charakterystyki przejściowej bramki,
   e. niezerowego czasu reakcji bramki,
   f. właściwości bramki z otwartym kolektorem.
2. Pokazanie warunków pracy prostych układów cyfrowych.
3. Projekt, realizacja i pomiary układu cyfrowego.
4. Zademonstrowanie struktury programistycznej typowego mikrokontrolera oraz środowiska programistycznego umożliwiającego przygotowanie i uruchomienie programów działających na tym mikrokontrolerze.
5. Ilustracja własności funkcjonalnych wybranych układów cyfrowych za pomocą programów symulujących ich działanie na zaciskach portów mikrokontrolera

Program ćwiczenia:

1. Charakterystyka zasad technicznej realizacji napięciowej reprezentacji stanów logicznych w układach cyfrowych wykonanych w różnych technologiach: U_{OL}, U_{IL}, U_{OH}, U_{IH}:
   a. margines zakłóceń,
   b. próg przełączania.
2. Obserwacja oscyloskopowa charakterystyki przejściowej $U_{wyj} = f(U_{wej})$ bramki logicznej serii LS.
3. Badanie wpływu obciążenia wyjścia bramki logicznej na wartość napięcia wyjściowego w stanie wysokim i w stanie niskim.
4. Pomiar opóźnień wprowadzanych przez układy logiczne.
5. Układy sekwencyjne. Obserwacja działania, pomiary wybranych parametrów.
6. Projekt i pomiary prostego układu cyfrowego do własnych zastosowań.
7. *) Omówienie przykładowej struktury programistycznej mikrokontrolera; omówienie wybranych rozkazów.
8. *) Zademonstrowanie procedury przygotowywania i uruchamiania programu.
9. *) Zademonstrowanie działania wybranych rozkazów mikrokontrolera
10. *) Przygotowanie i uruchomienie bądź zademonstrowanie działania przykładowego programu realizującego, za zaciskach portów mikrokontrolera, funkcji wybranego układu cyfrowego, np. generatora jednej lub dwóch fal prostokątnych o zadanych parametrach czasowych, wybranego układu kombinacyjnego lub wybranego układu sekwencyjnego.

*) Nadprogramowe zadania dodatkowe dla zainteresowanych studentów.

Literatura

1. Filipkowski A., Układy elektroniczne analogowe i cyfrowe. WNT Warszawa 2004.
2. Kalisz J., Podstawy elektroniki cyfrowej. WKŁ Warszawa 2007.

LABORATORIUM 10

Temat:

Współczesny system pomiarowy – interfejs użytkownika (LabCVI)

Cele ćwiczenia

Pokazanie zasad budowy systemu pomiarowego. Zapoznanie się ze środowiskiem programistycznym LabCVI.

Program ćwiczenia

1. Zapoznanie się z obiektami graficznymi LabCVI i ich obsługa.
   a. Realizacja prostego projektu: panel + pojedynczy klawisz kończący działanie programu.
   b. Dodanie klawisza „wyświetl" i pola numerycznego „liczba".
   c. Dodanie pola numerycznego „pobierz dana".
   d. Dodanie przycisku generacji wielu próbek i tworzenia wykresu ich zależności czasowej.
   e. Dodanie przycisków uruchamiających obliczanie rozmaitych parametrów odnoszących się do wygenerowanych próbek (liczb): np. wartości minimalnej, maksymalnej, średniej, wariancji itp.
2. Użycie *timera*.
3. Opracowanie własnego projektu, np. miernika czasu reakcji:
   a. Omówienie zasady działania i realizacja uproszczonego miernika czasu reakcji,
   b. Omówienie zasady działania miernika uśredniającego kilka wyników pomiaru czasu reakcji, zwrócenie uwagi na identyfikację „*false start*",
   c. Realizacja projektu i praktyczne sprawdzenie jego możliwości.

Literatura

1. LabWindows CVI Programming.