

Katarzyna ŁUCZAK

Wyższa Szkoła Techniczna w Katowicach, Wydział Architektury, Budownictwa i Sztuk
Stosowanych, ul. Rolna 43, Katowice, e-mail: katarzyna.luczak@wst.com.pl

Rafał URBANIAK

Laboratorium Badań Niszczących i Materiałowych, Mysłowice

WYKORZYSTANIE ŚRODOWISKA LABVIEW DO AUTOMATYZACJI PROCESU PRZEGINANIA DWUKIERUNKOWEGO

s. 157-164

STRESZCZENIE

Dzisiejszy postęp technologiczny oraz informatyzacja wszystkich gałęzi przemysłu stwarza nowe możliwości dla organizacji działających w obszarze oceny zgodności, czyli jednostek certyfikujących, inspekcyjnych, oraz laboratoriów. Niemal na każdym etapie realizacji zlecenia pojawia się szansa zmniejszenia kosztów usługi, skrócenia czasu trwania całego procesu, bądź też poprawienia jakości informacji wyjściowej, poprzez zintegrowanie przynajmniej kilku procesów w obrębie odpowiedniego systemu. Na tym tle szczególne miejsce zajmują laboratoria specjalistyczne, gdyż dostępność, stosunkowo niskie koszty i niezawodność rozwiązań z zakresu współczesnej sensoryki, optyki i elektroniki, pozwalają na dużą swobodę w kształtowaniu zautomatyzowanych procesów badawczych. W pracy przedstawiono proces powstawania częściowo zautomatyzowanej procedury badawczej na przykładzie próby przeginania dwukierunkowego. Zadanie to objęło swoim zasięgiem modernizację urządzenia do przeprowadzania prób, oraz napisanie oprogramowania rejestrującego wyniki w formie cyfrowej. Jako element łączący zmodernizowane urządzenie z arkuszem kalkulacyjnym wykorzystano środowisko LabVIEW. Niewątpliwą zaletą rozwiązań zaproponowanych w ramach tej pracy jest znaczne skrócenie czasu przeprowadzania próby przy zachowaniu minimalnych kosztów modernizacji.

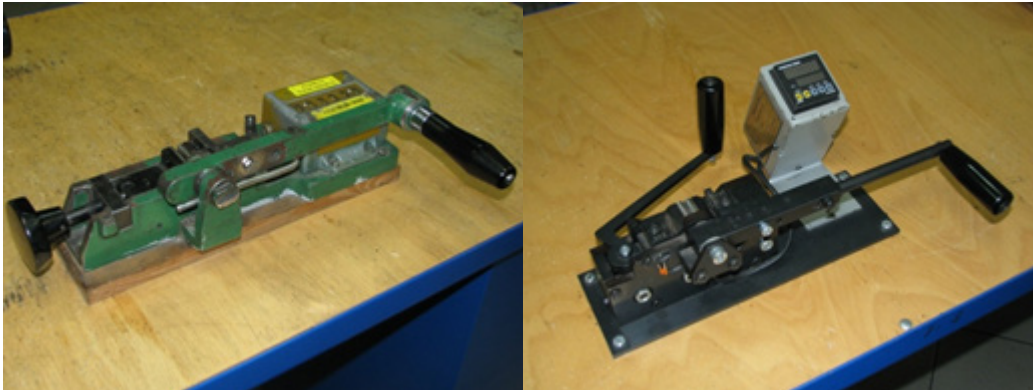
SŁOWA KLUCZOWE

próba przeginania, modernizacja, LabVIEW

WSTĘP

Próba przeginania dwukierunkowego jest szybką i prostą metodą testowania własności technologicznych wyrobów i półwyrobów metalowych, takich jak: bednarka, blachy, druty, pręty i walcówka, kształtowniki i rury. W zależności od rodzaju próby, wynikiem może być wartość w jednostkach umownych, lub wizualna ocena zachowania się badanego elementu podczas przeprowadzania próby i po jej zakończeniu. Przyrząd do przeprowadzania prób przeginania dwukierunkowego, często nazywany przeginarką, z uwagi na bardzo specjalistyczne zastosowanie, najczęściej wykonywany jest na zamówienie z zachowaniem wytycznych zawartych w normie PN ISO 7801:1996 [1]. Do standardowego wyposażenia tego typu urządzenia należy komplet wymiennych wkładek z wałkami, oraz odpowiednich prowadnic, zależnych od średnicy lub grubości próbki. Przykładem takiego urządzenia jest przeginarka wyprodukowana przez niemiecką firmę

WPM Leipzig dostarczającą na rynek maszyny wytrzymałościowe (rys 1a) i zainstalowana obecnie w Laboratorium ORIDUG w Mysłowicach (rys 1b).



Rys. 1. Przykładowe przeginarki: a) firmy WPM Leipzig b) firmy POWERTECH.

Fig. 1. Bending machines examples: a) the company WPM Leipzig b) the company POWERTECH.
Źródło: oprac. własne.

Specyfika próby przeginania dwukierunkowego sprawia, że część czynności, które należy wykonywać w jej trakcie jest kłopotliwa do zrealizowania w formie automatycznej. Usunięcie zniszczonej próbki wiąże się z dużym ryzykiem zakleszczenia się w przypadku uszkodzenia drutu podczas badania. Natomiast w przypadku obracania się próbki wokół własnej osi w trakcie przeginania (co jest częstym zjawiskiem przy badaniu pojedynczych drutów z liny stalowej) konieczne jest przerwanie i rozpoczęcie próby od nowa. Sam moment, w którym należy zakończyć zliczanie przegięć jest również trudny do określenia w sposób automatyczny, ponieważ próbka nie musi zostać całkowicie rozerwana – wystarczy pęknięcie możliwe do zaobserwowania gołym okiem. Dlatego też całkowite zastąpienie człowieka w trakcie przeprowadzenia próby jest niewskazane. Natomiast samo zliczanie przegięć, w sposób umożliwiający przesłanie danych do komputera, wymaga jedynie zastąpienia licznika mechanicznego odpowiednio oprogramowanym mikrokontrolerem sprzężonym z czujnikami. Umożliwia on zapisanie wyniku w formie cyfrowej i przesłanie go do komputera. Zastosowanie mikrokontrolera jest rozwiązaniem najłatwiejszym i najtańszym.

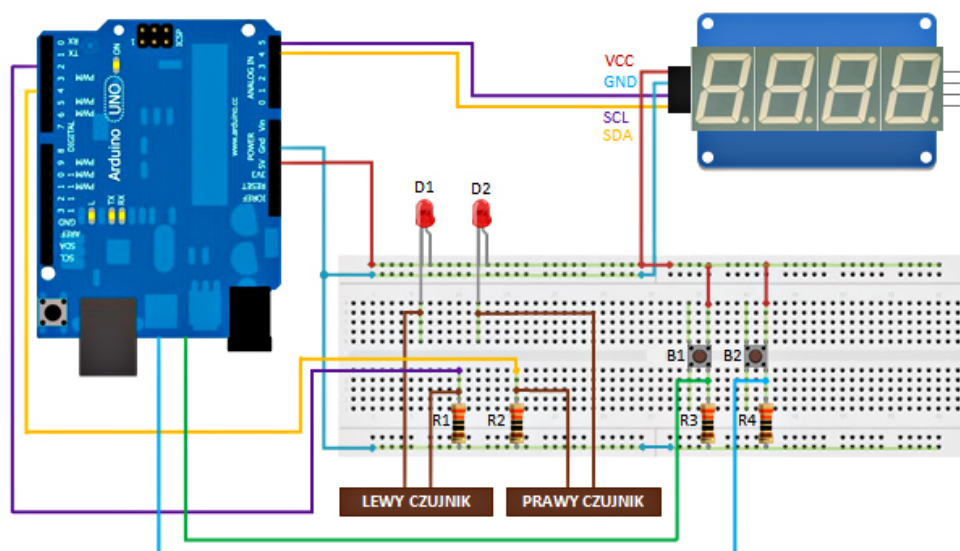
Wybór mikrokontrolera i kompilatora definiuje, jaki język zostanie wykorzystany do opisu sposobu działania mikrokontrolera. Do najczęściej używanych należą: C/C++, Asembler, Java. W niektórych przypadkach dostępne jest również wsparcie innych środowisk programistycznych, takich jak np. LabVIEW, będącego produktem firmy National Instruments.

Na rynku dostępnych jest wiele różnych modeli mikrokontrolerów, wśród których najpopularniejsze są oparte na procesorach AVR i ARM. Architektura ARM daje spore możliwości i przeważnie wykorzystywana jest w bardziej wyspecjalizowanych i złożonych projektach. Natomiast w prostych zastosowaniach bardziej popularne są mikrokontrolery AVR między innymi ze względu na niższą cenę.

W efekcie końcowym automatyzacja całej procedury ma doprowadzić do sytuacji, w której czynności wykonywane przez osobę przeprowadzającą próbę ograniczone będą do niezbędnego minimum.

Modernizacja urządzenia

Modernizacja wyżej wspomnianej przeginarki polegała na zbudowaniu układu elektronicznego, który będzie w stanie przesłać wynik z próby do arkusza kalkulacyjnego. Prototyp układu przedstawiono na rys. 2. Do wejść mikrokontrolera nr 2 i nr 4 zostały podpięte logiczne jedynki z lewego i prawego czujnika, które pojawiają się w momencie zwarcia kontaktronów. Podobnie do wejść nr 7 i nr 8 zostały połączono z przyciskami B1 i B2 – pełniącymi pełnić funkcję zapisu i resetu.



Rys. 2. Prototypowy schemat licznika.
 Fig. 2. The counter prototype diagram.
 Źródło: oprac. własne.

Rezystory, o oporności równej 220Ω , które zostały podłączone pod wszystkie wejścia, mają za zadanie przekazać na nie potencjał masy tak, by podczas otwarcia łączników nie występował efekt pływającego potencjału [2]. Do układu dodatkowo wprowadzono diody D1 i D2, których zadaniem jest sygnalizowanie zwarcia kontaktronów.

Wyświetlacz został podłączony do mikrokontrolera Arduino według zaleceń zamieszczonych na stronie producenta, umożliwiających komunikację za pomocą interfejsu (I2C)[3]. Na przedstawionym prototypie zostały przeprowadzone testy funkcjonowania poszczególnych elementów za pomocą przykładowych programów dla mikrokontrolera ATmega328. Testy te jednoznacznie potwierdziły poprawność połączeń oraz prawidłową pracę wszystkich podzespołów. Zestawienie wszystkich części składowych licznika po modernizacji przedstawiono na rys.3. Działanie licznika i komunikację urządzenia z arkuszem kalkulacyjnym definiuje program zapisany w pamięci mikrokontrolera. W celu napisania oprogramowania skorzystano z Arduino IDE dostępnego na stronie producenta. IDE kompiluje kod programu za pomocą kompilatora avr-gc, a następnie wgrywa go do pamięci Arduino przez łącze USB. IDE staje się wówczas emulatorem terminala szeregowego, pozwalając na komunikację z pracującym Arduino. Sam język programowania Arduino bazuje na środowisku Wiring i przypomina język C/C++ [4].

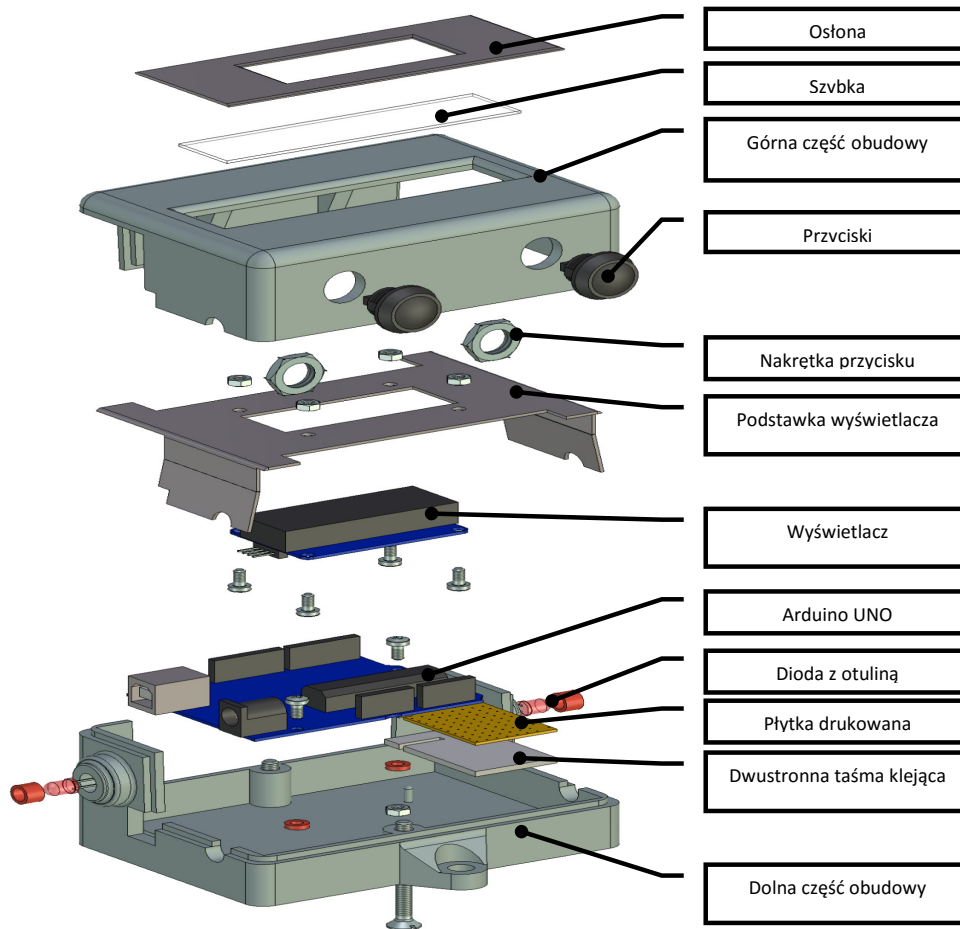
Istnieje również alternatywa w postaci programu LIFA Toolkit firmy National Instruments [5], pozwalająca na korzystanie z wejść i wyjść Arduino za pośrednictwem środowiska programistycznego LabVIEW. Program ten, ma za zadanie jedynie przekazać kontrolę

nad urządzeniem, oraz jego peryferiami do zainstalowanego na komputerze środowiska LabVIEW. Jest to idealne środowisko dla projektów tworzonych z myślą o interakcji ze sprzętem i innymi aplikacjami [6].

Główna funkcja aplikacji napisanej w LabVIEW to zapewnienie transferu wyników prób przeginięcia do arkusza kalkulacyjnego, w sposób niewymagający dodatkowej obsługi w trakcie badań. Cały proces składa się z trzech etapów:

- zliczanie impulsów pochodzących z czujników (ilość przegięć),
- wyświetlanie w czasie rzeczywistym wyniku za pomocą wyświetlacza,
- zapisywanie wyniku próby w odpowiedniej komórce arkusza kalkulacyjnego, na żądanie (przycisk zapis) lub zerowanie licznika (przycisk reset).

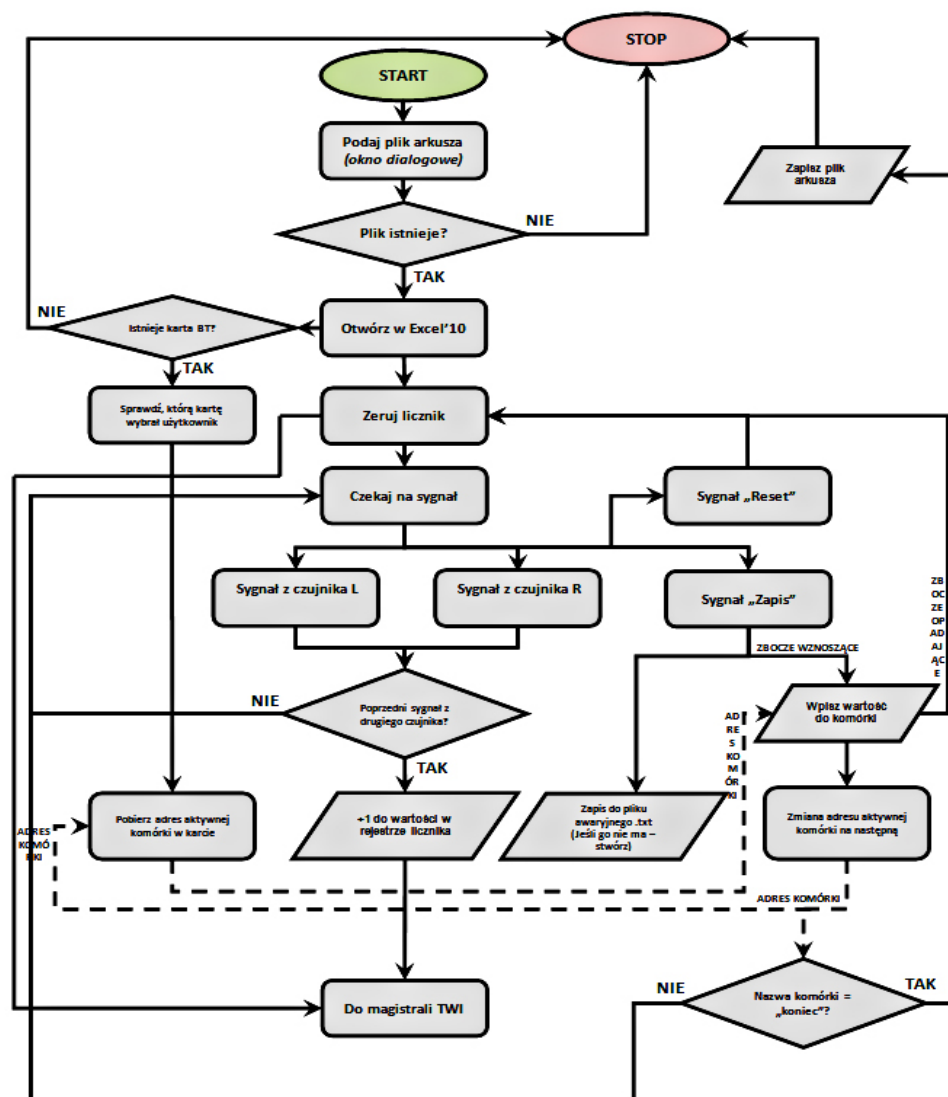
Szczegółowy algorytm działania programu został przedstawiony na rys. 4.



Rys.3. Zestawienie części zmodernizowanego licznika.

Fig. 3. List of modernised meter parts.

Źródło: oprac. własne



Rys. 4. Ogólny algorytm działania aplikacji sterującej licznikiem i transferem danych do arkusza kalkulacyjnego.

Fig. 4. General algorithm of operation of application controlling the meter and transfer of data to a spreadsheet.

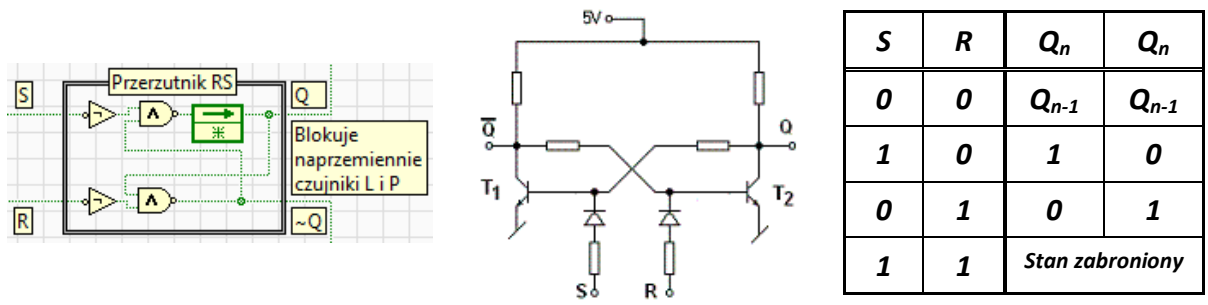
Źródło: oprac. własne

Pierwszym zadaniem programu po jego starcie jest poproszenie użytkownika o wskazanie pliku o rozszerzeniu „.xslm”, czyli zawierającego arkusze kalkulacyjne. Po jego wybraniu, program wywołuje aplikację Excel'10, w której otwiera wskazany plik.

Następnie, zostają załadowane: domyślna nazwa zakładki arkusza, oraz domyślny adres komórki, do której wpisany zostanie pierwszy wynik. Po ustaleniu wymienionych warunków początkowych, program zaczyna śledzić sygnał na podłączonych wejściach mikrokontrolera, czyli na czujniku lewym i prawym (L i R) oraz na przyciskach zapis i reset.

Wystąpienie sygnału na jednym z czujników powoduje zwiększenie wartości w rejestrze licznika o 1. Ważne jest, aby impulsy były zliczane naprzemiennie, dlatego też w kodzie programu został umieszczony przerzutnik asynchroniczny RS zbudowany na wirtualnych

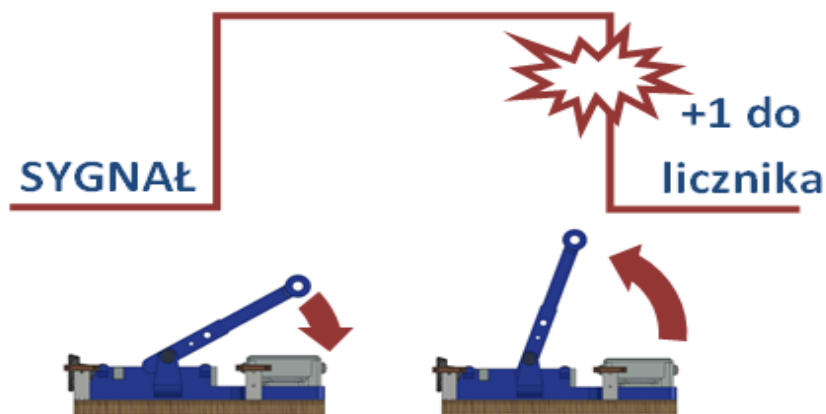
bramkach NAND (rys. 5). Na wejście S podpięty jest sygnał z jednego czujnika, a na R drugi. Wyjścia Q i $\sim Q$ odpowiednio przekazują sygnały z czujników na bramkę OR i z niej do licznika. Przerzutnik ma stan zabroniony, gdy na obu wejściach wystąpi jedynka. Problemem ten nie dotyczy jednak modernizowanego urządzenia, gdyż w przeginarce dźwignia nie ma możliwości wykonania przegięcia w dwie strony na raz.



Rys. 5. Przerzutnik RS: a) wersja LabVIEW, b) na tranzystorach c) tabelka stanów[2].
 Fig. 5. RS flip-flop: a) LabVIEW version, b) on transistors c) truth table[2].

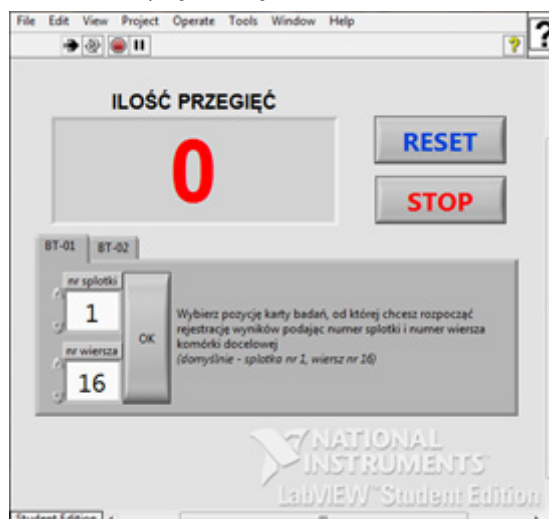
Przy braku sygnału podtrzymywany jest stan poprzedni. W pozostałych stanach na zmianę na wyjścia Q i $\sim Q$ jest przekazywana jedynka [7]. Połączenie tych wyjść bramką AND z sygnałem komparatorów wykrywających zbocze opadające na czujnikach, a następnie wynikowy sygnał z bramek na sumator licznika sprawia, że sygnał z czujników jest naprzemiennie blokowany.

Według normy PN ISO 7801 zliczanie impulsu powinno następować przy powrocie dźwigni do pionu. Dlatego też do programu zostało wprowadzone wykrywanie zbocza opadającego sygnału z czujników i dopiero przy jego wystąpieniu zostaje zliczony impuls (rys. 6). Ilość zliczonych impulsów jest podtrzymywana w pamięci i równocześnie, w czasie rzeczywistym, pokazywana na wyświetlaczu. Bezpośrednie przesłanie liczby na wyświetlacz pokaże wartość w kodzie 16-stkowym, dlatego też został zbudowany moduł programu konwertujący wartości z kodu szesnastkowego na dziesiętny. Ostatecznie wartość z licznika jest przekazywana na magistralę TWI (I²C). Interpretacją protokołu i komunikacją od tego momentu zajmuje się środowisko LabVIEW i mikrokontroler wyświetlacza. Dwa przyciski, które zostały zamontowane w panelu sterowania mają za zadanie umożliwić obsługę licznika bezpośrednio ze stanowiska przeginararki.



Rys. 6. Moment, w którym zostaje zliczone przegięcie próbki. Źródło: oprac. własne
 Fig. 6. The point where the sample bending is counted.

Włączenie przycisku „Reset” powoduje skasowanie licznika, czyli przekazanie na magistralę TWI wartości zerowej. Przycisk „Zapis” odpowiedzialny jest za wpisanie wartości z licznika do odpowiedniej komórki wybranego arkusza kalkulacyjnego, wpisanie do rezerwowego pliku tekstowego wartości z licznika i zapisanie tego pliku, po każdym wciśnięciu przycisku oraz zresetowanie licznika. Zapisywanie do pliku tekstowego zostało wprowadzone w celu ochrony danych w sytuacjach awaryjnych. Program posiada swój własny panel sterowania (rys. 7), na którym znajdują się: zdublowany z licznika przycisk reset, przycisk stop, licznik w formie wirtualnej, przełączniki pozwalające wybrać komórkę, od której program zacznie wpisywać wyniki.



Rys. 7. Panel sterowania aplikacji sterującej licznikiem i transferem danych do arkusza kalkulacyjnego.

Fig. 7. Control Panel of application controlling the meter and transfer of data to a spreadsheet.

Źródło: oprac. własne

Cały program jest tak skonstruowany, że wszelkie błędy i nieprawidłowości w komunikacji z elektroniką licznika, lub ze skoroszytem powodują jedynie jego zatrzymanie. W takiej sytuacji, jeżeli skoroszyt Excel'a był już uruchomiony pozostaje on otwarty i może być nadal edytowany.

Podsumowanie

W pracy przedstawiono proces modernizacji urządzenia do przeprowadzania prób przeginania dwukierunkowego, polegającej na częściowej automatyzacji procedury badawczej.

Zadanie to objęło swoim zasięgiem unowocześnienie urządzenia do przeprowadzania prób oraz napisanie oprogramowania rejestrującego wyniki w formie cyfrowej w oparciu o środowisko LabVIEW. Za zapewnienie komunikacji między urządzeniem wyposażonym w czujniki, a komputerem odpowiedzialny jest mikrokontroler Ardurino. Modernizacja urządzenia, opisana w niniejszym artykule przyczyniła się do znacznego skrócenia czasu przeprowadzenia próby przeginania dwukierunkowego. Przebudowa stanowiska została przeprowadzona w taki sposób aby jej obsługa była najprostsza i nie różniła się znacząco od tej przed modernizacją.

Literatura:

- [1] PN ISO 7801:1996 Metale. Druk. Próba przegięcia dwukierunkowego.
- [2] Wejścia/wyjścia binarne w mikrokontrolerach AVR . 27 lipiec 2010. [Online]. Dostępny: <http://www.mikrokontrolery.org/mikrokontrolery/mikrokontrolery-avr/103-wejcia-wyjcia>
- [3] Borkowski P.: AVR i ARM7. Programowanie mikrokontrolerów dla każdego. Gliwice: Helion, 2010.
- [4] „Arduino - ArduinoBoardUno” [Online]. Dostępny:<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>
- [5] National Instruments, „NI LabVIEW Interface for Arduino - Use Arduino I/O with Labview,” 2012. [Online]. Dostępny: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/pl/nid/209835> [przełączany 8 czerwiec 2013].
- [6] Chruściel M.: LabVIEW w praktyce. Legionowo: Wydawnictwo BTC, 2008.
- [7] Chwaleba A., Moeschke B., Płoszajski G.: Elektronika. Warszawa: Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne, 1996.
- [8] Pawlak M.: Automatyzacja procesów przemysłowych. Prace Naukowe Instytutu Maszyn, Napędów i Pomiarów Elektrycznych Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2007.

THE USE OF LABVIEW ENVIRONMENT TO AUTOMATE THE PROCESS OF BIDIRECTIONAL BENDING

SUMMARY

Today's technological progress and computerisation of all industries creates new opportunities for organizations working in the field of conformity assessment, i.e. certification and inspection bodies, and laboratories. Almost at every step of the commission realisation, there is a chance to reduce the cost of the service, to shorten the duration of the whole process, or improve the quality of output information by integrating at least several processes within the appropriate system.

Against this backdrop, a special place is occupied by specialised laboratories, as availability, relatively low cost, and reliable solutions in the field of modern sensor technology, optics and electronics, allow greater freedom in the shaping of automated research processes. The paper presents the process of partially automated research procedure with the example of alternate bending test. This task scope covered modernization of equipment for testing, and writing the software recording the results in digital form. As the element connecting the modernised device with a spreadsheet, LabVIEW environment was used.

The advantage of the solutions proposed as part of this work, is significant reduction of time of its realisation, maintaining minimum modernisation costs.

KEYWORDS

bending test, modernisation, LabVIEW