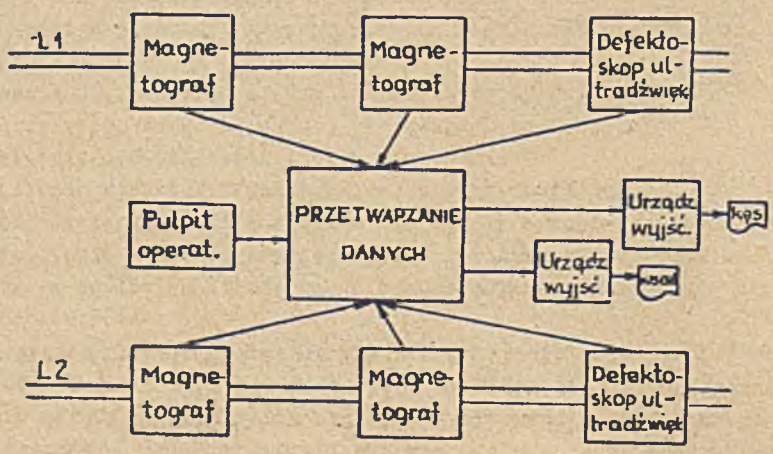
ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1978
Seria: AUTOMATYKA z. 45 Nr kol. 581

Stanisław Malzacher, Jerzy Frąckowiak, Adam Błaszkowski
Politechnika Śląska

KONCEPCJA OBRÓBKI CYFROWEJ SYGNAŁÓW DEFEKTOSKOPOWYCH PRZY BADANIU NIE NISZCZĄCYM KĘSÓW

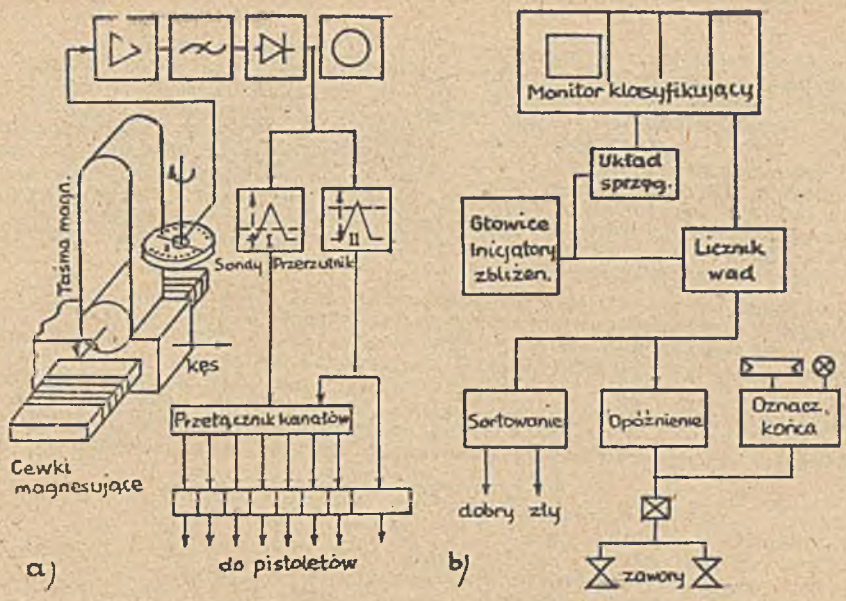
Streszczenie: W referacie przedstawiono projekt układu do automatycznej oceny jakości kęsów. Opisano zasadę działania defektoskopów do magnetograficznej i ultradźwiękowej kontroli kęsów oraz projekty systemów do cyfrowej obróbki danych wykorzystujących krajową bazę sprzętową. Wyodrębniono charakterystyczne cechy prezentowanej koncepcji systemu.

Badanie jakości kęsów stalowych z punktu widzenia rodzajów i liczby zawartych w nich wad może się odbywać różnymi metodami defektoskopowymi. Dla badań stacjonarnych nieruchomych kęsów mogą być stosowane, np. metody radiograficzne i rentgenograficzne. Dążność do automatyzacji badań i automatycznej oceny ich wyników eliminuje jednak te metody. Przydatne stają się wówczas może nieco kosztowniejsze metody elektroniczne, pozwalające na obróbkę sygnałów wyjściowych defektoskopu. Do metod takich należą różne metody magnetyczne i ultradźwiękowe. W walcowni jednej z hut zainstalowano dla tego celu stanowisko przedstawione schematycznie na rys.1.



Rys.1. Stanowisko do badań nie niszczących kęsów

Stanowisko składa się z dwu magnetografów i jednego defektoskopu ultradźwiękowego. Magnetografy służą do badań stanu powierzchni kęsa, a defektoskop ujawnia jego wady wewnętrzne. Schematy blokowe obu urządzeń pokazano na rys.2.

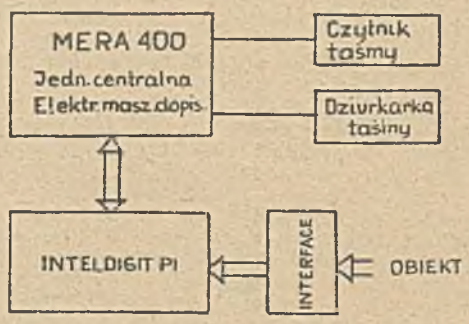


Rys.2. Schemat blokowy magnetografu: a/ i defektoskopu ultradźwiękowego b/.

Wyniki badania nanoszone są na kęs przez oznaczenie wadliwych miejsc farbą o odpowiednim kolorze. W celu ułatwienia pracy operatorowi segregującemu kęsy oznacza się również w odpowiednich kolorach końce kęsów. Stanowisko do badania kęsów, wykonane przez przodujące w dziedzinie badań nieniszczących, zachodnioniemieckie firmy Institut dr Förster oraz Krautkrämer, nadaje się doskonale do wprowadzenia kompleksowej oceny partii kęsów pochodzących z jednego wytopu (informacje ważne dla technologów), wyprodukowanych podczas jednej zmiany, itp. Wymaga to jednak sprzężenia systemu pomiarowego z systemem komputerowym, które dokonywać będzie operacji przetwarzania sygnałów pobranych z systemu defektoskopów, a także umożliwi wyprowadzanie tych danych w dogodnej dla użytkownika postaci. Załóżmy, że uzyskane w ten sposób dane powinny zawierać m.in. następujące informacje: liczbę kęsów zbadanych, ich ciężar całkowity; liczbę kęsów bez wad, ich ciężar całkowity; liczby kęsów o określonym stopniu wadliwości i odpowiednie ciężary; całkowite długości kęsów w odpowiednich grupach itp.
Załóżmy dalej, że informacje te powinny być wydrukowane (powinna też istnieć możliwość wyperforowania ich na taśmie), a oprócz tego przed rozpoczęciem badania powinna istnieć możliwość wprowadzenia do systemu, np. następujących danych wejściowych: daty, godziny wytopu, gatunku stali, numeru zmiany, wymiarów kęsa itp. Dane na dokumencie kontroli powinny być wydrukowane przed wynikami badania.
Jak widać z powyższych rozważań, oprócz jednostki centralnej z pamięcią oraz interface'u system komputerowy powinien zawierać zegar czasu rzeczywistego, klawiaturę alfanumeryczną z drukarką, czytnik taśmy i dziurkarkę. Podstawowym wymaganiem i założeniem przy projektowaniu systemu było oparcie się wyłącznie o urządzenia i elementy produkcji krajowej. Wymaganie to poszerzono również o dodatkowy warunek, by jednostka centralna z pamięcią - warunek ten z oczywistych względów dotyczy również pozostałych elementów systemu, z wyjątkiem interface'u, nie była urządzeniem prototypowym, w jednostkowym wykonaniu.
Ponieważ tak pojemność pamięci jak i szybkość działania systemu nie musi być duża, należy rozważyć użycie do tych celów systemu minikomputerowego. Biorąc pod uwagę krajową bazę sprzętu informatycznego, rozważono trzy możliwości realizacji sprzętowej omawianego systemu. Możliwości te zostaną pokrótce omówione poniżej.

1. Rozwiązanie oparte o system CAMAC.
Produkowane w kraju elementy systemu CAMAC umożliwiają realizację funkcji jednostki centralnej z pamięcią, a także sterowanie urządzeniami zewnętrznymi takimi jak drukarka czy dziurkarka. Należałoby wykonać bloki sprzęgające źródła sygnałów obiektowych z systemem oraz oprogramować system. Rozwiązanie to cechuje, oprócz cech wymaganych w założeniach, duże elastyczność i możliwość rozbudowy systemu, z równoczesnym dopasowaniem mocy obliczeniowej systemu do rozwiązywanego zadania pomiarowego. Tego rodzaju rozwiązanie realizowane już jest w Instytucie Elektroniki Politechniki Śląskiej dla potrzeb badań defektoskopowych w jednej z hut.

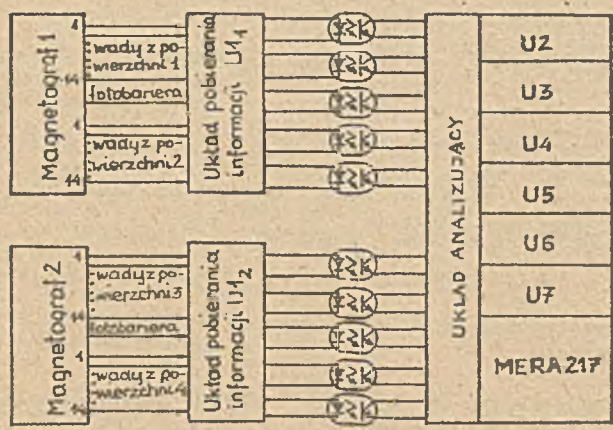
2. Rozwiązanie wykorzystujące minikomputer serii MERA 400.
Rozwiązanie wykorzystujące minikomputer serii MERA 400 umożliwia spełnienie wszystkich wymagań stawianych w założeniach. Proponuję się użycie minikomputera MERA współpracującego z systemem interface u obiektowego INTELDiGiT PI. Wejścia systemu Inteldigit połączone zostają z wyjściami obiektu przez człony dopasowująco-izolujące, mające zadanie dopasowania poziomów sygnałów logicznych oraz izolację galwaniczną. Schemat blokowy proponowanego systemu przedstawiono na rys.3



Rys.3. Konfiguracja układu z wykorzystaniem minikomputera MERA 400

Każde z wyjść magnetografów (wady duże i wady małe) oraz wyjście defektoskopu ultradźwiękowego (wady wewnętrzne) połączone jest z oddzielnym licznikiem wad (blokiem systemu Inteldigit). Sygnał z fotobariery oznaczający koniec badanego kęsa podawany jest na blok sygnałów przerwań w INTELDIGIT cie.
Po zakończeniu badania kęsa liczba zapisana w liczniku wad zostaje przepisana do odpowiedniej komórki pamięci maszyny, a licznik wad zostaje wyzerowany. W pamięci maszyny przechowuje się dane o wadliwości danego kęsa, a po zapamiętaniu wyników badanie ultradźwiękowego drukuje się (perforuje) te dane (o ile jest to wymagane), po czym dodaje się je do rejestru pamiętającego wadliwość całej partii badanych wyrobów.
Po przebadaniu partii wyrobów, na sygnał operatora drukowane są wymagane informacje, które uzyskuje się drogą prostych operacji arytmetycznych (dodawanie, mnożenie, dzielenie) na zbiorach danych wprowadzonych do pamięci przed rozpoczęciem badania oraz zapamiętanych podczas badania.

3. Rozwiązanie z wykorzystaniem kalkulatora MERA 203 (217).
Ze względu na niewielki zakres obliczeń wykonywanych przez jednostkę centralną oraz spore rezerwy czasowe zaprojektowano również uproszczoną wersję systemu, wykorzystującą niedrogi i stosunkowo łatwo dostępny kalkulator MERA 203 (system minikalkulatorowy MERA 217). System taki nie spełnia wszystkich wymagań postawionych we wstępie i w przedstawionej tu wersji obejmuje tylko badanie wad powierzchniowych. Schemat ideowy systemu przedstawiono na rys.4.



Rys.4. Schemat ideowy systemu z wykorzystaniem kalkulatora MERA 217

Układ do pobierania informacji, składający się z dwóch podukładów $U1_1$ i $U1_2$, realizowany na układach LSL, pobiera informacje z każdego kanału (układu analizy wad) oraz sumuje je w sumatorze wad małych i dużych. Układ analizujący zbiera informacje przekazywane z U1 dla każdego kęsa, dokonuje odpowiednich przeliczeń oraz klasyfikuje kęs. W skład układu analizującego (rys.4) wchodzą następujące układy:
- układ formujący impulsy U2,
- układ liczników wad U3,
- układ wprowadzania U4,
- układ pamięci U5,
- układ programów U6,
- układ liczników,
- kalkulator MERA 217.

Zadaniem układu formującego impulsy jest uformowanie standardowego sygnału logicznego z sygnałów wyjściowych transoptorów. Formowanie odbywa się przez podanie sygnałów wyjściowych z transoptorów na przerzutniki Schmitta. Układ U2 składa się z 10 jednakowych podukładów, z których 4 pośredniczą w przesyłaniu wad małych, 4 - wad dużych, a 2 w przesyłaniu sygnałów z fotobarier. Sygnały odpowiadające wadom są przesyłane do układu liczników wad (U3), a sygnały z fotobarier do układu programów (U6).
Zadaniem liczników wad U3 jest zliczanie informacji przekazywanych z defektoskopów. Układ składa się z 4 liczników wad małych i 4 liczników wad dużych. Każdy z liczników składa się z 5 liczników dziesiętnych połączonych szeregowo. Zerowanie liczników następuje po załączeniu urządzenia do sieci oraz po każdorazowym wyprowadzeniu z nich informacji do kalkulatora.

Układ wprowadzania U4 służy do przekazywania do kalkulatora informacji zebranych w układzie zliczania, przekazywania informacji z pamięci, z klawiatury oraz rozkazów generowanych w układzie programów.
Układ pamięci U5 umożliwia zapamiętanie danych wprowadzanych przed rozpoczęciem badania kęsów, a następnie przekazuje dane do kalkulatora podczas klasyfikacji kęsa.
Do pamięci wprowadzane są następujące dane:
- długość jednostkowa wady,
- graniczne długości wad małych określające klasy jakości kęsów,
- graniczne długości wad dużych określające klasy jakości kęsów.

Układ pamięci składa się z pamięci RAM o pojemności 32x4 bity oraz układów umożliwiających zapis i odczyt informacji.
Układ programów U6 spełnia dwa zadania: pamięta programy i synchronizuje pracę pozostałych układów. Składa się z licznika programu, pamięci programu, generatora impulsu strobującego oraz uniwibratorów.
Układ liczników sklasyfikowanych kęsów U7 składa się z 10 identycznych liczników oraz układu kombinacyjnego. Każdy z liczników liczy kęsy sklasyfikowane w innej klasie. Klasyfikację umożliwia układ kombinacyjny sterowany z kalkulatora i układu programów U6.
Zastosowanie kalkulatora w projektowanym układzie jest podyktowane koniecznością dokonywania przeliczeń zebranych informacji o wadach wykrytych w kęsie.
Na displayu kalkulatora wyświetlony zostaje symbol klasyfikacyjny kęsa.
Zastosowanie systemu minikalkulatorowego MERA 217 pozwala na drukowanie wyniku badania, a także zapamiętanie wyników badania całej partii kęsów.

W trzech przedstawionych tu, różnych pod względem hardware'owym (sprzętowym) rozwiązaniach dadzą się wyodrębnić pewne wspólne cechy charakteryzujące koncepcję obróbki cyfrowej sygnałów defektoskopowych.
Sygnały z magnetografów i defektoskopów ultradźwiękowych są wysokopoziomowymi sygnałami impulsowymi, a wielkością interesującą użytkownika jest liczba impulsów przypadająca na badany element - stąd elementami wejściowymi do systemu (po dopasowaniu poziomów sygnału i transmisji przy pomocy układów zapewniających izolację galwaniczną) są liczniki. Liczniki te zliczają wady w badanym elemencie, po czym ich zawartość przekazywana jest do układu pamięci. Liczniki wad powinny więc stanowić system interface'u przemysłowego jednostki centralnej rozwiązanie z wykorzystaniem minikomputera MERA (400) lub być jej integralną częścią (system CAMAC).
Z obiektu należy również pobierać sygnały informacyjne umożliwiające zliczanie ilości kęsów oraz przyporządkowanie odczytanych liczb wad odpowiednim kęsom, a także sygnał ruchu kęsa.
Jak wynika z postawionych założeń, nie wymaga się w takim przypadku pomiaru prędkości, wymiaru i ciężaru kęsa. Wielkości te traktowane są więc jako stałe i wprowadza się je do systemu przed rozpoczęciem badania.
Przetwarzanie danych wczytanych do pamięci odbywa się w procesorze (CAMAC) lub jednostce centralnej (MERA 400). Ze względu na stosunkowo długi czas przerwy między badaniem poszczególnych kęsów (kilka sekund) szybkość obliczeń nie jest krytyczna.
Wyprowadzenie danych w postaci dogodnej dla użytkownika odbywa się przy wykorzystaniu urządzeń peryferyjnych (drukarki i dziurkarki) współpracujących z systemem.
Przedstawiona powyżej koncepcja systemu umożliwia stosunkowo łatwe rozszerzenie go o elementy sterujące ciągiem technologicznym za stanowiskiem do badań nieniszczących, a także stwarza możliwość uzyskania dodatkowych informacji, np. o jakości globalnej kęsów za dniówkę, rozkładzie i rodzaji wad w kęsach itp.
Wyniki badania nieniszczącego w takiej postaci mogą również stanowić wskazówkę dla technologów odpowiedzialnych za wytop.

КОНЦЕПЦИЯ ОБРАБОТКИ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ ДЕФФЕКТОСКОПИИ ПРИ АТТЕСТАЦИИ БЛЮМОВ

Р е з ю м е

В работе представлен проект устройства для автоматической оценки качества блюмов.

Описывается принцип действия деффектоскопов для магнитографического и ультразвукого контроля блюмов, а также проект системы для цифровой обработки данных.

DIGITAL SIGNAL PROCESSING FOR NONDESTRUCTIVE TESTING OF INGNOTS

S u m m a r y

The paper presents a system project for automatic quality testing of ingnots. The principles of magnetographic and ultrasound defectoscopes for quality testing are presented together with projects of systems for digital signal processing using Polish instrumentation.