

**Janusz HOJDA,**

WOJSKOWY NADZÓR METROLOGICZNY MINISTERSTWA OBRONY NARODOWEJ

**Jacek ZIĘBA**

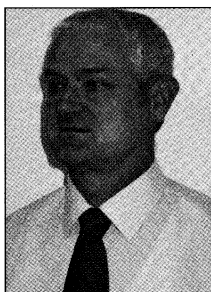
CENTRALNY OŚRODEK METROLOGII WOJSKOWEJ

**Nowoczesne metody diagnozowania uszkodzeń przyrządów pomiarowych****Plk rez. mgr inż. Janusz HOJDA**

Specjalista w Wojskowym Nadzorze Metrologicznym.

Absolwent Wojskowej Akademii Technicznej. Do roku 2002 zastępca komendanta i kierownik Zakładu Napraw Centralnego Ośrodka Metrologii Wojskowej.

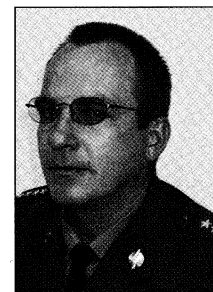
j.hojda@wp.mil.pl

**Kpt. mgr inż. Jacek ZIĘBA**

Starysi inżynier w Pracowni Napraw Zakładu Logistyki i Administracji Centralnego Ośrodka Metrologii Wojskowej.

Absolwent Wyższej Oficerskiej Szkoły Radiotechnicznej oraz Wydziału Telekomunikacji i Technik Informatycznych Politechniki Warszawskiej.

j.zieba@comw.com.pl

**Streszczenie**

W artykule przedstawiono zagadnienia dotyczące nowoczesnych metod lokalizacji uszkodzeń wdrożonych w pracowni napraw COMW

**Abstract**

Main problems concerning implemented at Primary Standards Laboratory Service modern methods of troubleshooting are presented in this article.

**Słowa kluczowe:** lokalizowanie i usuwanie uszkodzeń, naprawa

**Keywords:** troubleshooting, repair

**1. Wstęp**

Naprawa elektronicznych przyrządów pomiarowych w organach wykonawczych metrologii wojskowej, w porównaniu z analogiczną działalnością w innych instytucjach świadczących usługi serwisowe, charakteryzuje się swoistą specyfiką.

Specyfika ta, najlepiej widoczna w centralnym laboratorium metrologicznym WP - Centralnym Ośrodku Metrologii Wojskowej, związana jest z charakterystyką eksploatowanego w Siłach Zbrojnych RP wyposażenia pomiarowego.

Do najważniejszych, z punktu widzenia późniejszego procesu naprawczego, cech charakterystycznych przyrządów pomiarowych użytkowanych w jednostkach i instytucjach resortu Obrony Narodowej, należy zaliczyć:

- różnorodność i dużą, liczoną w tysiącach, liczbę typów przyrządów pomiarowych,
- szeroką gamę producentów,
- znaczne różnice w technologii wykonania przyrządów pomiarowych o podobnym przeznaczeniu, związane zarówno z wiekiem, jak i odmianą „filozofią” konstrukcji przyrządów pomiarowych produkcji zachodniej, a przyrządów pochodzących z krajów byłego „bloku wschodniego” (szczególnie ZSRR),
- występowanie stosunkowo dużej liczby przyrządów jednostkowych, których konieczność naprawy wymuszana jest brakiem odpowiedniego serwisu lub wysokimi kosztami ich podjęcia, często poza granicami kraju,
- brak lub niska jakość dostępnej dokumentacji serwisowej, a w przypadku najnowszego wyposażenia pomiarowego, również eksploatacyjnej (często ograniczonej do podstawowej instrukcji użytkownika).

Te oraz inne uwarunkowania wymuszają określone podejście do problematyki zarówno diagnozowania jak i naprawy przyrządów pomiarowych.

Nowoczesne przyrządy pomiarowe posiadają wbudowane automatyczne układy kontrolne, które wykorzystując procedury SELF-TEST'u lub korzystając z filozofii BoundaryScan (Ścieżki Brzegowej) precyzyjnie wskazują miejsce uszkodzenia lub ułatwiają proces lokalizacji. Przyrządy pomiarowe oparte o powyższe technologie stanowią aktualnie zdecydowaną mniejszość w szerokiej gamie eksploatowanego w wojsku wyposażenia pomiarowego. Dominuje obecnie szeroka gama przyrządów pomiarowych starszych typów, w których w ogóle nie zaimplementowano układów autokontroli lub zastosowane układy po-

dokowaniu serii testów określonych układów wewnętrznych oceniają stan techniczny przyrządu jako „sprawny-niesprawny” (niejednokrotnie wynik „sprawny” jest warunkiem umożliwiającym w ogóle uruchomienie przyrządu). Lokalizacja uszkodzeń w tego typu przyrządach pomiarowych musi przebiegać w sposób tradycyjny.

Różnorodność i duża liczba typów przyrządów pomiarowych, o czym uprzednio wspomniano, sprawia, że nieuzasadnione ekonomicznie oraz niezwykle trudne do wykonania byłoby stworzenie wyspecjalizowanych stanowisk do diagnozowania uszkodzeń dla poszczególnych typów przyrządów pomiarowych. Konieczne zatem stało się znalezienie kompromisu pomiędzy możliwościami technicznej realizacji adekwatnej liczby, odpowiednio wyposażonych stanowisk do diagnozowania uszkodzonych przyrządów, a ich uniwersalnością.

Jednym z rozwiązań powyższego problemu jest wyposażenie stanowisk napraw w zautomatyzowane uniwersalne systemy do lokalizacji uszkodzeń.

W Pracowni Napraw Zakładu Logistyki i Administracji Centralnego Ośrodka Metrologii Wojskowej wdrożono do eksploatacji dwa tego typu stanowiska oparte na lokalizatorach uszkodzeń typów T 6000 i PFL 780 oraz lokalizatorze zwarć TONEOHM 950.

Stanowisko do napraw elementów na płytach elektronicznych (rys. 1) wyposażone zostało w pracujący pod kontrolą sterownika PC tester PFL 780, lokalizator zwarć TONEOHM 950, system zabezpieczenia przed ładunkami elektrostatycznymi oraz urządzenia lutownicze i rozlutownicze.

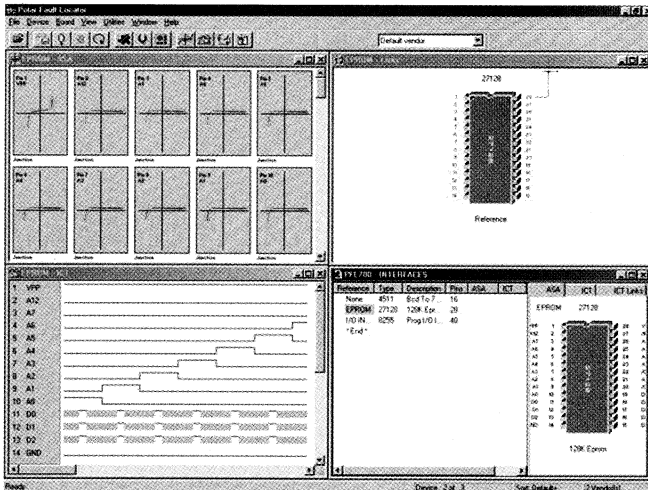


**Rys. 1.** Stanowisko PFL 780 i TONEOHM 950

**Fig. 1.** PFL 780 and TONEOHM 950 service setup

Drugie stanowisko (rys. 2), wyposażone w tester T 6000 może pracować zarówno w systemie ze sterowaniem komputerowym (sterownik PC), jak i autonomicznie. Umożliwia to stworzenie przenośnego systemu lokalizacji uszkodzeń, bardzo wygodnego do wykorzystania w przypadku konieczności naprawy przyrządów pomiarowych bez ich uprzedniej dyslokacji oraz w warunkach polowych. Oprócz oczywistych zalet tego systemu w okresie „W” jest to również ważne tam, gdzie warunki pracy urządzenia odgrywają istotną rolę w procesie jego eksploatacji (np. konieczność zapewnienia wymagań dotyczących ekranowania itp.). Lokalizację uszkodzeń w tego typu przyrządach przeprowadza się w warunkach analogicznych do występujących podczas eksploatacji urządzenia lub, o ile jest to technicznie możliwe, bezpośrednio na miejscu użytkowania przyrządu. W obu przypadkach mobilność systemu diagnostycznego odgrywa poważną rolę.





Rys. 6. Okno programu testowego  
Fig. 6. Testing program window

Uszkodzone elementy techniki cyfrowej, przy braku płyty wzorcowej, pozwalają zlokalizować zawarte w bazie PFL odpowiedzi dynamiczne (tablice prawdy) cyfrowych układów scalonych. Wykorzystujemy w tym celu opcję AUTOTEST umożliwiającą przetestowanie funkcjonalne całej gamy typów układów scalonych, z automatycznym uwzględnieniem połączeń obwodów drukowanych.

Również identyfikacja cyfrowych układów scalonych w przypadkach, gdy oznaczenia typów na układach scalonych są nieczytelne, celowo usunięte lub nietypowe nie jest w większości przypadków dużym problemem. Po przetestowaniu przez PFL takiego układu scalonego i porównaniu wyników testu funkcjonalnego z posiadaną bazą sygnatur cyfrowych, wyświetlana jest lista funkcjonalnych odpowiedników badanego elementu, ułatwiająca jego poprawną identyfikację.

Baza danych aplikacji PFL zawiera sygnatury około 1600 cyfrowych i analogowych układów scalonych. Została ona rozszerzona w COMW m.in. o rosyjskie odpowiedniki produkowanych na zachodzie cyfrowych układów scalonych.

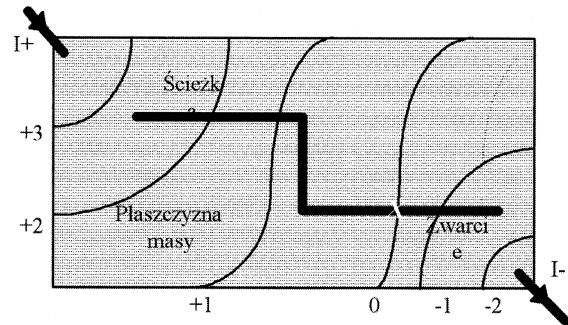
Przedmiotowa baza znakomicie ułatwia wyszukiwanie zamienników uszkodzonych układów scalonych oraz pozwala na włączenie testera w proces naprawy przyrządów pomiarowych produkcji rosyjskiej lub państw byłego ZSRR.

W uzupełnieniu należy jedynie dodać, że lokalizator uszkodzeń T 6000, stanowiący wyposażenie drugiego stanowiska, w połączeniu ze sterownikiem PC, posiada w zakresie sygnatur analogowych możliwości podobne do PFL 780. Nie posiada on natomiast możliwości zbierania i wykorzystania sygnatur ICT.

Drugim istotnym elementem stanowiska do naprawy przyrządów pomiarowych jest przeznaczony do lokalizacji zwarców i przeciążeń na elektronicznych płytach drukowanych przyrząd TONEOHM 950. Urządzenie ma cztery rodzaje pracy, które umożliwiają precyzyjną lokalizację wszystkich kategorii zwarców i przeciążeń, w tym zwarców w postaci mostków lutowia, obciążenia linii sygnałowych oraz upływności elementów pojemnościowych.

Dodatkowo przy wykorzystaniu rodzajów pracy Track Resistance i Track Voltage, TONEOHM 950 mierzy w sposób całkowicie nieinwazyjny prądy płynące w ścieżkach na płytach drukowanych - bez konieczności usuwania elementów lub przecinania ścieżek przewodzących. Przy użyciu bezkontaktowej, czułej sondy hallotronowej, umieszczonej w pobliżu ścieżki przewodzącej, możliwe jest wykrycie przepływu prądu, a tym samym prosta i wygodna lokalizacja punktów zwarców pomiędzy Vcc (źródło zasilania) i GND (masa) czy uszkodzeń w strukturze linii sygnałowych typu przeciążenia lub „sklejania”. Wyniki pomiarów są zobrazowywane na wyświetlaczu LCD, a zmiana tonacji dodatkowego sygnalizatora audio umożliwia ocenę odległości, w jakiej sonda znajduje się od miejsca zwarcia lub przeciążenia (im wyższy ton tym bliżej do miejsca uszkodzenia), ułatwiając jednocześnie wybór kierunku poszukiwań w przypadku układu rozgałęzionego.

Na szczególne zainteresowanie zasługuje możliwość zastosowania techniki określanej jako Vectored Plane Stimulus (VPS) służącej do wykrywania zwarców w wielowarstwowych płytach drukowanych. Przykładowy rozkład potencjałów wzdłuż płytki drukowanej oraz sposób określenia punktu zwarcia w metodzie VPS przedstawiono na rys. 7.



Rys. 7. Określenie punktu zwarcia  
Fig. 7. Short point localization

Z praktyki naprawczej wiadome jest, że płaszczyzny masy i zasilania wielowarstwowej płytki drukowanej są zwykle niedostępne dla konwencjonalnych narzędzi testowych. Zastosowana technologia VPS używa do rozwiązania tego problemu kombinację techniki wstrzykiwania prądu z techniką czułego pomiaru potencjałów, umożliwiając bardzo szybką lokalizację zwarców i przeciążeń pomiędzy płaszczyznami masy i zasilania. Cały proces odbywa się bez konieczności fizycznej ingerencji w strukturę płytki drukowanej, bez konieczności usuwania elementów oraz, co istotne, bez podłączenia zasilania, które zwiększałoby ryzyko powstania dodatkowych uszkodzeń podczas badania samej płytki. Po dołączeniu do badanej płytki drukowanej końcówek pomiarowych, w geometrycznie możliwie odległych punktach na krawędzi (optymalnie w narożnikach) płaszczyzny, a końcówki odniesienia do drugiej płaszczyzny, przesuwamy sondę między punktami na płaszczyźnie obserwując wskazania kursorów na przednim panelu lokalizatora. Kursory te informują nas o kierunku, w jakim należy poruszać się sondą pomiarową w celu możliwie najszybszej lokalizacji punkt zwarcia. O odległości od punktu zwarcia informuje nas równocześnie wysokość tonu generowanego sygnału akustycznego. W pobliżu punktu zwarcia (ok. 2-3 mm), rozświetlają się wszystkie kursory, a generowany ton osiąga najwyższą częstotliwość.

### 3. Podsumowanie

Wprowadzenie lokalizatorów uszkodzeń oraz lokalizatora zwarców na wyposażenie pracowni napraw w Centralnym Ośrodku Metrologii Wojskowej, wniosło nową jakość do procesu naprawy elektronicznych przyrządów pomiarowych. Pozwoliło na stworzenie zoptymalizowanych stanowisk naprawczych umożliwiających naprawę szerokiego spektrum eksploatowanych w wojsku przyrządów pomiarowych wykonanych w różnorodnych technikach, w tym najnowszych, cyfrowych o dużej skali integracji.

Powstanie nowoczesnych stanowisk diagnostycznych znacznie przyspieszyło sam proces lokalizacji uszkodzonych elementów zarówno na płytach drukowanych, jak i w podzespołach o tradycyjnej konstrukcji. Możliwe stało się diagnozowanie uszkodzeń przyrządów pomiarowych bez konieczności posiadania dokumentacji serwisowej, w tym schematów ideowych, a także dynamiczne i bezpieczne sprawdzanie elementów i układów półprzewodnikowych.

Opracowane, w oparciu o możliwości lokalizatorów uszkodzeń, poradniki napraw wpłynęły również pozytywnie na jakość i szybkość procesu napraw oraz pozwoliły na stworzenie bazy procedur (doświadczenie) i narzędzi (programy testowe), umożliwiającej zachowanie i efektywne wykorzystanie wiedzy ludzkiej, przy jednoczesnym wsparciu jej nowoczesną technologią w dziedzinie diagnozowania uszkodzeń przyrządów pomiarowych.

**Title:** Modern methods of the measuring instrument troubleshooting