

mjr dr inż. Rafał BAZELA
mgr inż. Robert KASZEWSKI
inż. Marek SKARZYŃSKI
Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia

WYKORZYSTANIE URZĄDZENIA ATM DO AUTOMATYCZNEGO I JEDNOCZESNEGO TESTOWANIA PODSTAWOWYCH PARAMETRÓW ELEKTRYCZNYCH I CZASOWYCH PARTII ZAPALNIKÓW O ZNACZNEJ ILOŚCI

Streszczenie: W artykule przedstawiono informacje dotyczące doświadczeń wynikających z zastosowania w WITU urządzenia do automatycznego i jednoczesnego testowania podstawowych parametrów elektrycznych i czasowych partii zapalników o znacznej ilości, służącego do automatyzacji prowadzenia kompleksowych badań modułów elektronicznych zapalników czasowych.

THE USE OF THE ATM DEVICE FOR THE AUTOMATIC AND SIMULTANEOUS TESTING OF THE BASIC ELECTRIC AND TIME PARAMETERS OF THE NUMEROUS BATCH OF FUSES

Abstract: In the paper the details concerning the experiences resulting from the use of a device for the automatic and simultaneous testing of the basic electric and time parameters of the numerous batch of fuses in the Military Institute of Armament Technology, Zielonka, were presented. The device was designed for the automation of comprehensive testing of the electronic modules of time fuses.

1. Wstęp

Badanie modułów elektroniki stosowanych w zapalnikach czasowych, na etapie produkcji wymaga znacznych nakładów pracy, wynikających z ilości prowadzonych badań jak i dużej liczebności poszczególnych serii produkcyjnych. Każdy moduł jest poddawany wielu testom, między innymi na dokładność odmierzania zaprogramowanego czasu i energii impulsu zapłonowego. Testy przeprowadzane są w różnych warunkach klimatycznych. Stąd badania te są bardzo praco- i czasochłonne.

Na podstawie doświadczeń z eksploatacji modeli laboratoryjnych stanowisk ATM powstały modele użytkowe. W ich konstrukcji uwzględnione zostały zarówno wnioski z eksploatacji modeli laboratoryjnych jak i oczekiwania potencjalnych użytkowników. Wykonane modele poddane zostały wszechstronnym badaniom laboratoryjnym. Badania miały na celu zweryfikowanie koncepcji oraz sprawdzenie stopnia wiarygodności uzyskiwanych wyników.

Modele te zostały użyte do testowania zespołów elektronicznych podczas prac wykonywanych na rzecz przemysłu i w pełni potwierdziły słuszność przyjętych rozwiązań. Automatyzacja pomiarów pozwoliła na kompleksowe sprawdzanie wszystkich parametrów modułów. Sprawdzaniu podlegała poprawność odmierzania czasu przy każdej z możliwych nastaw, w różnych warunkach klimatycznych.

ATM-y szczególnie wykazały swoją przydatność podczas badań partii modułów elektroniki o podwyższonej wytrzymałości mechanicznej i precyzji działania. W czasie tych badań w każdym z 50 wykonanych modułów badane były co najmniej 3 parametry w co najmniej 3-ach temperaturach, przy 4750-ciu nastawach czasowych. Tym samym zbadanie tylko tej partii zapalników wymagało dokonania co najmniej 42 750 pomiarów. Wykonanie tego zadania bez użycia ATM trwałoby bardzo długo i nie gwarantowałoby powtarzalności warunków pomiarów. Przyjmując średni czas jednego pomiaru równy 1 minucie, czas potrzebny na przebadanie partii 50 sztuk wyniósłby ok. 712 roboczogodzin czyli ok. 4 miesiące, podczas gdy przy użyciu ATM czas ten skrócono do ok. 9 dni roboczych.

2. Zasada działania ATM-49

W systemie ATM-64 cykl pomiarowy charakteryzował się następującymi właściwościami:

- Programowanie wszystkich badanych modułów następowało jednocześnie;
- Impuls „start” podawany był kolejno na poszczególne moduły z interwałem czasowym ustawianym podczas ustalania warunków procesu;
- Generowana była „bramka czasowa” w której powinien pojawić się impuls SPO;
- Komputer zewnętrzny mierzył czas pomiędzy impulsem „start” a impulsem SPO.

Taka organizacja cyklu pomiarowego charakteryzowała się wieloma niedogodnościami. Najważniejszą z nich była dokładność i stabilność czasowa zegara systemowego komputera zewnętrznego. W celu udokładnienia pomiaru czasu wymagane było skalowanie tego zegara. Skalowanie to musiało być prowadzone każdorazowo po zmianie komputera zewnętrznego.

Inną wadą była konieczność ustawiania „bramki czasowej” w której oczekiwane było pojawienie się impulsu SPO. Błąd w odmierzaniu czasu przez dany moduł większy niż szerokość „bramki czasowej” powodował utratę informacji o jego wielkości. Ponadto pojawienie się impulsu SPO z błędem większym niż założony interwał czasowy pomiędzy pomiarami (impulsami „start”) mogło zostać błędnie odczytane jako wynik pomiaru sąsiednich modułów (poprzedniego lub następnego). Dlatego ważnym było odpowiednie dobranie tego interwału czasowego do spodziewanych wyników pomiarów.

Istnienie wymienionego „interwału czasowego” wydłużało sam cykl pomiarowy ponieważ musiał istnieć oddzielnie dla każdego modułu. Jeżeli wartość jego była relatywnie duża to pomiary modułów mogły odbywać się w temperaturach różniących się nawet o 1°C (komora termiczna utrzymuje temperaturę z dokładnością $\pm 0,5$ °C).

Wady te wykryte zostały w trakcie eksploatacji systemu ATM-64. Dlatego podczas prac nad modelem ATM-49 zmieniona została procedura, a tym samym i konstrukcja systemu.

W systemie ATM-49 cykl pomiarowy charakteryzuje się następującymi właściwościami:

- Jednoczesne programowanie wszystkich badanych modułów;
- Jednoczesne podanie impulsu „start” na wszystkie badane moduły;
- Jednoczesne odczytanie odmierzonych czasów przez wszystkie moduły;
- Zapamiętanie wyników pomiarów przez indywidualne procesory gniazd pomiarowych;
- Kolejne odczytanie zapisanych wyników pomiarów przez komputer zewnętrzny.

W trakcie cyklu pomiarowego badane i zapisywane są także indywidualne wartości napięcia baterii oraz częstotliwości zegara własnego każdego z modułów. Ponadto procesor płyty głównej dokonuje pomiaru temperatury panującej w trakcie danego cyklu pomiarowego. Dane te umieszczane są następnie w protokole z badań, generowanym przez

komputer zewnętrzny. Poniżej zamieszczony został przykładowy raport generowany przez komputer zewnętrzny.

Raport nr. 1 z dnia 21-09-2010r.

Badane układy : me60

=====
Raport wygenerowany przez program

ATM_12 (0.0) - 25/09/2010 (na bazie ATM_CZ.C)

Nazwa pliku raportu :

C:\BADANIA\MZR60\P2_2010\r113b1tn

Czas rozpoczęcia pomiarów 12:15:13.

Operator : Jan KOWALSKI

Dane wprowadzone przez operatora:

Opis stanowiska :

Numer ATM'a : 1

Liczba zapalników = 6

Programowany czas rozcalenia tp= 5.000 s

Liczba cykli pomiarowych 1

Pomiar bez przeprogramowywania procesorów

Pomiary bez przerwy czasowej.

Pomiar napięcia na baterii i częstotliwości.

Sprawdzane gniazda

0 (2113)	1 (2114)	2 (2115)	3 (2116)
4 (2117)	5 (2118)	6 (2119)	

Cykl pomiarowy 1

Czas rozpoczęcia cyklu 21-09-2010r. 12:15:13.

Czas programowany 5.000 s

Temperatura odczytana z termometru na ATM'ie : 22.5 st.C

Zadane opóźnienie startu 0 min

Kondensatory ładowane przez 30 sekund

Temperatura odczytana z termometru na ATM'ie : 22.5 st.C

12:15 Przerwa czasowa do STARTU 0

LP	NR GNIAZDA	NR UKŁADU	CZAS ZMIERZONY [s]	BŁĄD [ms]	U [V]	SPO T(U/2) [ms]	TEMP st.C
1	0	2113	4.9882	-11.80	15.6	19.3	22.0
2	1	2114	4.9871	-12.93	15.8	19.0	22.0
3	2	2115	4.9881	-11.87	15.8	19.3	22.0
4	3	2116	4.9842	-15.83	15.8	18.8	22.0
5	4	2117	4.9853	-14.69	15.7	19.3	22.0
6	5	2118	4.9825	-17.48	15.6	19.5	22.0
7	6	2119	Nie odebrano SPO				22.0

Ocena 1 cyklu pomiarowego

Ilość wad : 1

Numery gniazd z wadliwymi układami :

Rodzaj wady : nieodebrane SPO

6 (2119)

Rodzaj wady : napięcie poniżej $V_{min} = 14.7$ V

Czas zaprogramowany : 5.0000 s

Czas średni : 4.9856 s

Błąd średni kwadr.: 14.5 ms

Górna odchyłka błędów pomiaru -11.0 ms ; gniazdo 0 (2113)

Dolna odchyłka błędów pomiaru -17.48 ms ; gniazdo 5 (2118)

Temperatura odczytana z termometru na ATM'ie : 22.0 st.C

Koniec 1 cyklu pomiarowego

KONIEC RAPORTU

3. Konstrukcja ATM-49.

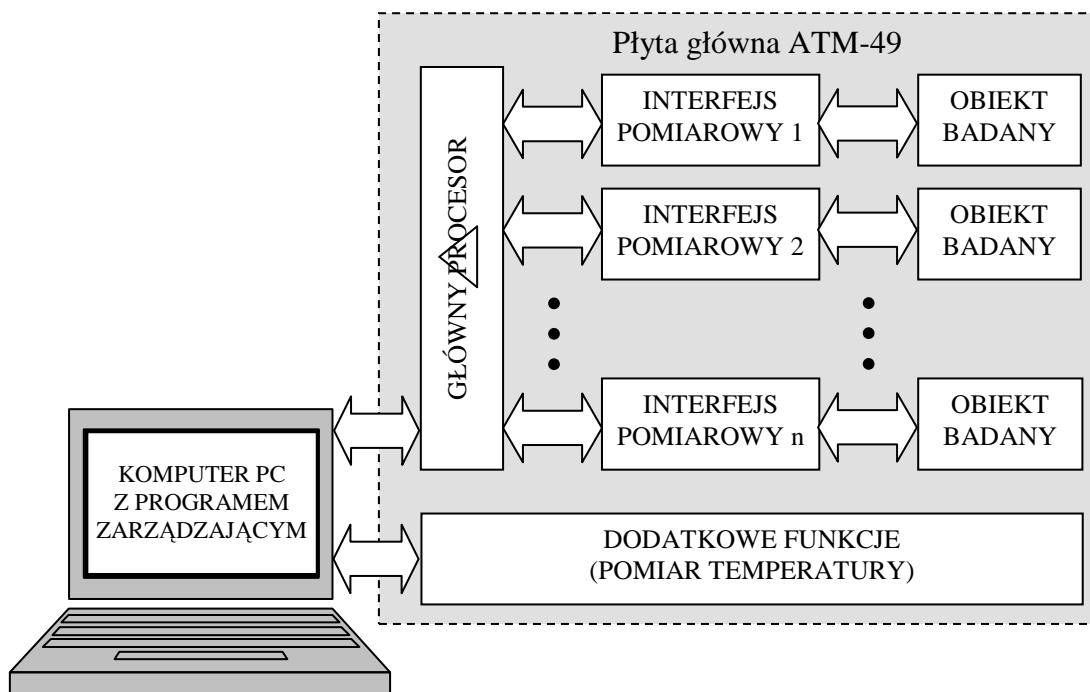
Konstrukcja ATM-49 w porównaniu do ATM-64 charakteryzuje się znacznymi zmianami. Przede wszystkim uwzględniono w ich konstrukcji wymiary komory klimatycznej w której wykonywane są badania klimatyczne modułów. Wymusiło to zmniejszenie ilości gniazd pomiarowych na płycie głównej z 64 do 49 sztuk (z matrycy 8x8 na matrycę 7x7 gniazd).

Drugą ważną zmianą było zindywidualizowanie pomiarów w poszczególnych gniazdach. Każde z nich otrzymało własny mikroprocesor pomiarowy dokonujący pomiarów parametrów badanych modułów oraz przechowujący otrzymane wyniki. W ten sposób zlikwidowano ograniczenia czasowe pomiędzy poszczególnymi cyklami pomiarowymi, eliminując błędy wynikające z możliwości wzajemnego nakładania się sygnałów z poszczególnych modułów a tym samym powodowania niepewności otrzymanych wyników. Ponadto umieszczenie na płycie głównej procesora sterującego pracą poszczególnych procesorów przy gniazdach pomiarowych oraz wysoko stabilnego generatora zegarowego do pomiaru czasów opóźnień spowodowało pełne uniezależnienie się od komputera zewnętrznego, którego rola sprowadzona została do zadawania warunków pomiarów (programowania modułów czasowych), sterowana momentem rozpoczęcia poszczególnych

cykli pomiarowych oraz zczytywania uzyskanych wyników i tworzenia raportów z badań. Wyeliminowano przez to wpływ parametrów komputera zewnętrznego na wyniki pomiarów.

Umieszczenie na płycie głównej czujnika i miernika temperatury pozwoliło na bezpośrednie odniesienie uzyskanych wyników do faktycznej temperatury panującej w komorze klimatycznej w chwili dokonywania pomiaru oraz automatyczne umieszczanie tej wartości w raporcie z pomiarów.

Schemat funkcjonalny systemu ATM-49 przedstawia rysunek 1.



Rys 1. Schemat funkcjonalny stanowiska badawczego

Źródło: opracowanie własne.

Płytę główną ATM-64 wykonano na dwuwarstwowej drukowanej płycie szkło-epoksydowej. Płyta zawiera gniazda dla badanych modułów. Ze względów czysto technicznych przyjęto ich liczbę równą 49. Całym procesem badawczym zarządza komputer ze specjalnym oprogramowaniem.

Płyta ATM-64 wyposażona jest w podwójny zasilacz niezbędny do pracy układów peryferyjnych i badanych obiektów.

Tak wykonany system jest na tyle elastyczny, że pozwala na badanie zarówno kompletnych modułów czasowych do zapalników różnych typów (MZR, AZR, CEZAR) jak i poszczególnych pakietów tych zapalników.

4. Zegar pomiarowy.

W modelu ATM-64 zegarem systemowym był zegar komputera zewnętrznego. Dlatego każda zmiana komputera pociągała za sobą konieczność skalowania systemu. Ponadto stabilność generatora w zegarze systemowym komputera była stosunkowo niska, rzędu 10⁻⁴. Pozwalało to na pomiar czasu opóźnienia z dokładnością rzędu 0,1%, co przy czasach odmierzanych 100s pozwalało na stwierdzenie, że dokładność odmierzonego czasu jest nie gorsza niż 100ms. Przy zwiększonej dokładności odmierzania czasu dokładność zegara powinna być co najmniej o rząd wielkości większa. Dlatego w modelu zastosowano zegar o stabilności częstotliwości 5x10⁻⁶, (a w planie jest zastosowanie zegara i jeszcze większej

dokładności). Zegar ten obsługuje wszystkie gniazda badawcze. Dzięki temu dokładność wszystkich wyników pomiaru czasu opóźnienia badanych modułów jest identyczna i może stanowić podstawę do dalszego opracowywania wyników.

5. Działanie systemu.

System pomiarowy stanowi płyta ATM oraz oprogramowany komputer. Działanie systemu oparte jest o oprogramowanie zawarte w procesorach poszczególnych gniazd pomiarowych, procesorze płyty głównej oraz w komputerze zewnętrznym. Oprogramowanie to steruje sekwencjami cykli pomiarowych oraz decyduje o dokładności wykonanych pomiarów.

Wykorzystanie systemu rozpoczyna się od danych wprowadzonych przez operatora systemu do komputera zewnętrznego. Dane te powinny zawierać nazwę operatora, opis stanowiska, liczbę badanych modułów, badane parametry oraz numery modułów obsadzonych w poszczególnych gniazdach. Następnie następuje uruchomienie procedury badawczej.

Podczas cyklu procedury badawczej następuje programowanie, wystartowanie a następnie pomiar czasu opóźnienia poszczególnych modułów elektroniki. Jednocześnie badane są inne parametry tych modułów, jak faktyczna częstotliwość pracy zegara w poszczególnych modułach, wartość szczytowa napięcia impulsu SPO (podawanego na spłonkę zapalnika) i jego czas w połowie wartości amplitudy. Z układu pomiaru temperatury podawana jest jej wartość w momencie dokonywania pomiaru. Taki zestaw parametrów mówi jednoznacznie o stanie badanego modułu a jednocześnie pozwala na diagnozę co do zachowania się modułów w różnych warunkach termicznych.

Wyniki badań przesyłane SA do komputera zewnętrznego, który generuje raport o wynikach badan, według podanego wyżej wzoru. Dane zawarte w raporcie mogą być poddane archiwizacji lub posłużyć do dalszej analizy zachowań badanych modułów.

6. Wnioski końcowe

Wykonane modele systemu ATM-64 oraz ATM-49 potwierdziły swoją funkcjonalność i bardzo wysoką efektywność w czasie prac wykonywanych na rzecz przemysłu. Okres użytkowania zarówno systemów ATM-64 jak i systemu ATM-49 pozwolił na obiektywną ocenę przydatności tych systemów do jednoczesnego testowania podstawowych parametrów elektrycznych i czasowych partii modułów oraz zapalników o znacznej ilości. Znamiennym jest skrócenie czasu kompleksowych badań partii nowo opracowanych 50 szt. modułów z 4 miesięcy do 9 dni roboczych. Przy większych partiach modułów zysk czasowy jest znacznie większy. Dlatego systemy ATM powinny znaleźć zastosowanie przede wszystkim w przemyśle, a konkretniej w zakładach produkujących moduły elektroniczne zapalników czasowych. Elastyczność systemu pozwala na zastosowanie go także do badań innych od czasowych modułów elektronicznych.