

Andrzej WÓJTOWICZ

NASTAWNIK FAZOWO – CZASOWY W OPARCIU O MIKROKONTROLER AVR

STRESZCZENIE *Niniejszy artykuł dotyczy opracowania i wykonania nastawnika fazowo – czasowego w oparciu o mikrokontroler AVR. Przedstawiony został schemat wraz z opisem urządzenia oraz próby zwarciove w Laboratorium Badawczym.*

Słowa kluczowe: *mikrokontroler AVR, przesunięcie fazowe, prąd zwarciovy, łącznik zwarciovy, nastawnik, urządzenie rejestrujące*

1. WSTĘP

Nastawnik fazowo – czasowy jest specjalistycznym urządzeniem służącym do przeprowadzania prób zwarciovych z możliwością programowego zadawania kąta wyzwalania wyzwalaczy zwarciovych względem napięcia sieci jak i czasu trwania pomiaru próby. Zbudowany został na zlecenie Laboratorium Badawczego w celu umożliwienia przeprowadzania prób zwarciovych i zastąpił (ze względów na dużą niedokładność) dotychczasowy nastawnik zbudowany w 1968 r. w Gdańskim Oddziale IEL.

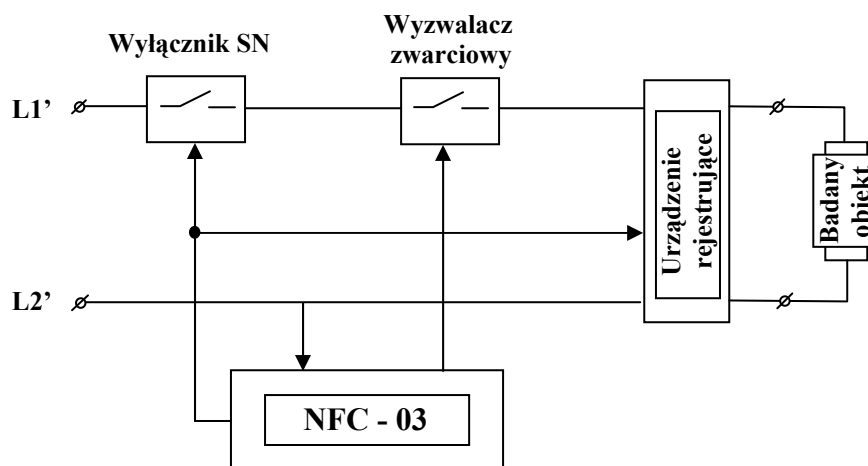
Przeprowadzenie próby polega na załączeniu urządzenia pomiarowego (głowicy), załączenia obwodu prądowego (wyzwalacz) oraz odłączenia SN po

inż. Andrzej WÓJTOWICZ
e-mail:andrzej.wojtowicz@iel.gda.pl

Instytut Elektrotechniki,
Oddział w Gdańsku

upływie zadanego czasu. Wszystkie etapy pracy urządzenia odbywają się automatycznie zgodnie z wcześniej zadanymi parametrami. Rozdzielczość z jaką zadawane są wartości kątowne wynoszą 1° el. natomiast nastawa czasu możliwa jest w zakresie od 0.1 s do 5.0 s z regulacją skokową co 0.1 s.

Sterowanie próbą może odbywać się lokalnie za pomocą klawiatury lub zdalnie poprzez separowane galwanicznie cyfrowe wejścia W1, W2. Stan pracy nastawnika sygnalizowany jest na panelu urządzenia za pomocą diod LED. Informacje o zadanych parametrach lub komunikaty o błędach pracy nastawnika wyświetlane są na wyświetlaczu LCD.



Rys. 1. Schemat poglądowy układu do badań zwarciovych

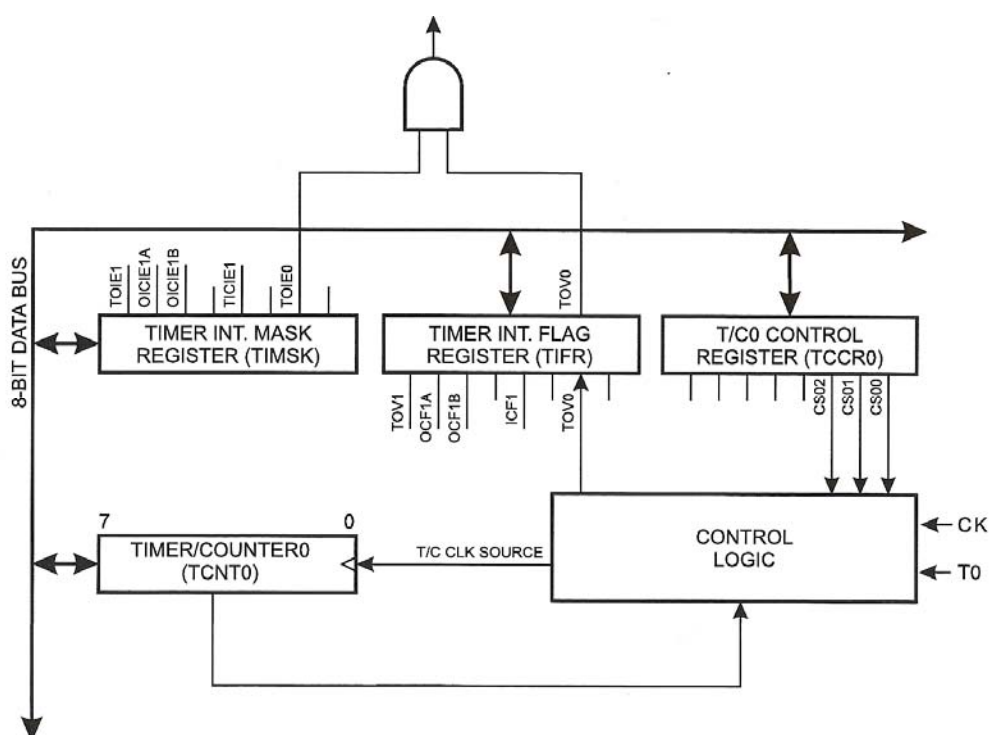
2. BUDOWA NASTAWNIKA FAZOWO – CZASOWEGO

W nastawniku można wyróżnić część realizującą nastawy czasów (nastawnik czasowy) oraz współpracujący z nią układ generujący impulsy w dowolnie wybranym kącie względem napięcia sieci (nastawnik fazowy). Oba parametry (czas i kąt) zadawane są w sposób programowy w oparciu o układ mikrokontrolera AVR za pomocą klawiatury 6-przyciskowej.

2.1. Nastawnik czasowy

Do odmierzenia czasu wykorzystany został 8-bitowy timer/licznik, który może być taktowany bezpośrednio sygnałem CK z oscylatora wewnętrznego, sygnałem CK podzielonym wstępnie przez preskaler oraz sygnałem z wejścia zewnętrznego T0.

W przypadku częstotliwości sieci $f = 50$ Hz gdzie czas półokresu $T/2 = 10$ ms, 1° stopień wynosi $55,5 \mu\text{s}$. Przy zastosowanym kwarcu 8 MHz i wpisaniu do rejestru TCCR0 wartości 2, inkrementacja wartości timera następuje co 8 okresów oscylatora systemowego. Pozwala to na odmierzenie kwantu czasu $\Delta t = 1 \mu\text{s}$. Zadanie w rejestrze TCNT0 wartości 200 wymusza zgłoszenie przepełnienia timera po czasie $t = 55 \mu\text{s}$, co wykorzystane zostało do odmierzania kątów pracy. Powstały błąd ($0,55 \mu\text{s}$) przy zadanym kącie 180° jest mniejszy od 2° . Wg normy PN-EN 61009-1 dopuszczalny błąd wynosi $\pm 5^\circ$.

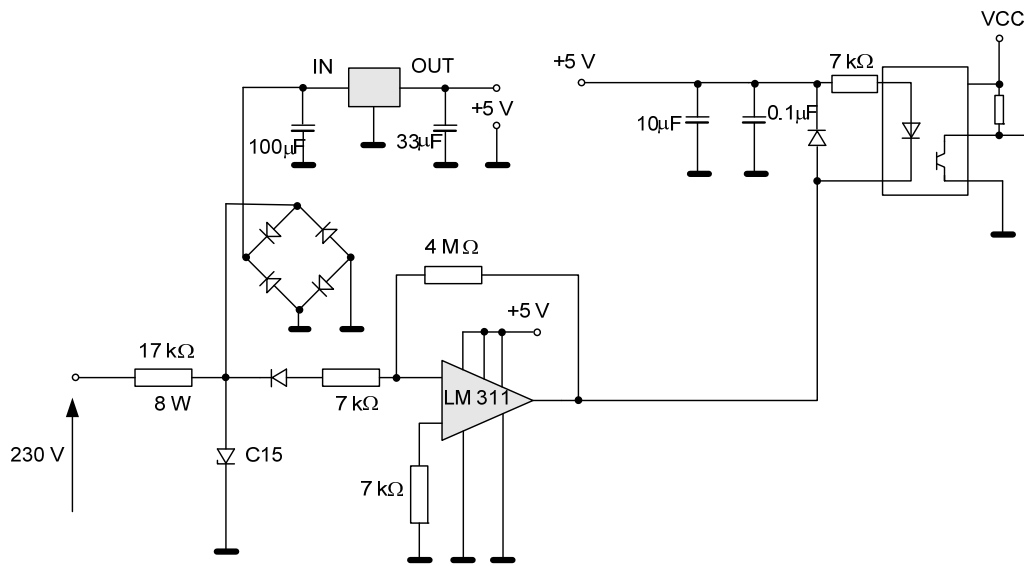


Rys. 2. Schemat blokowy Timera/Licznika(TC0)

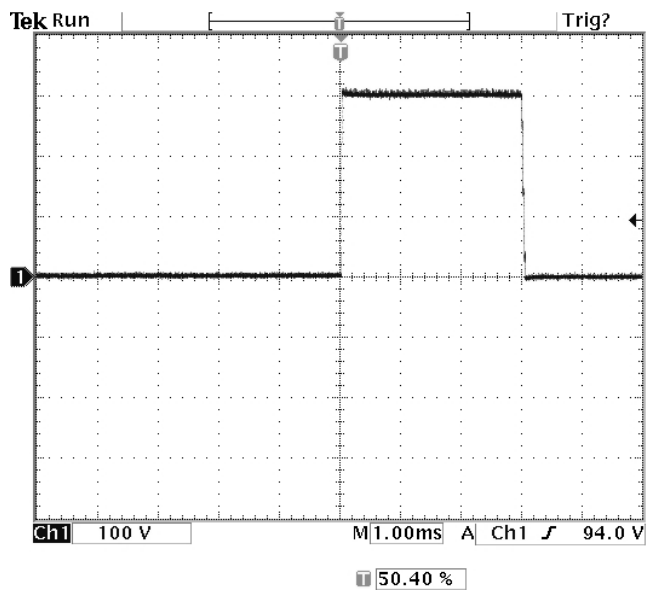
2.2. Nastawnik fazowy

Zadaniem nastawnika fazowego jest wygenerowanie impulsu wyzwalającego łącznik zwarciovowy w żądanym czasie. Aby mogło się to odbyć, zbudowany został układ detekcji zera wraz z separacją galwaniczną.

Czas trwania impulsu wynosi ok. 3 ms. Wynika on z konstrukcji łącznika. Aby zminimalizować opóźnienie spowodowane czasem nasycenia rdzenia łącznika, impuls o wartości ok. 300 V ma zbocze narastające rzędu kilkunastu ns, dzięki zastosowaniu tranzystora mocy w technologii MOSFET.



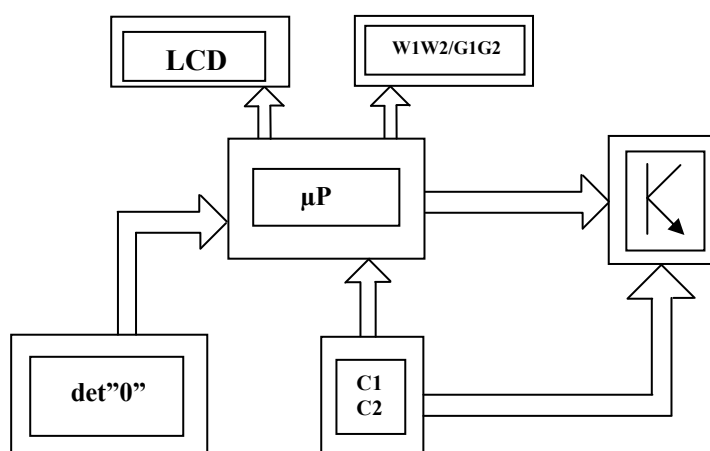
Rys. 3. Układ detekcji „0”



Rys. 4. Impuls wyzwalający

3. DZIAŁANIE NASTAWNIKA FAZOWO - CZASOWEGO

Schemat blokowy nastawnika przedstawia rys. 5. Wyszczególnione bloki układu ilustrują zasadę działania urządzenia.



Rys. 5. Schemat nastawnika NFC - 03

Program działania nastawnika uzyskiwany jest przez:

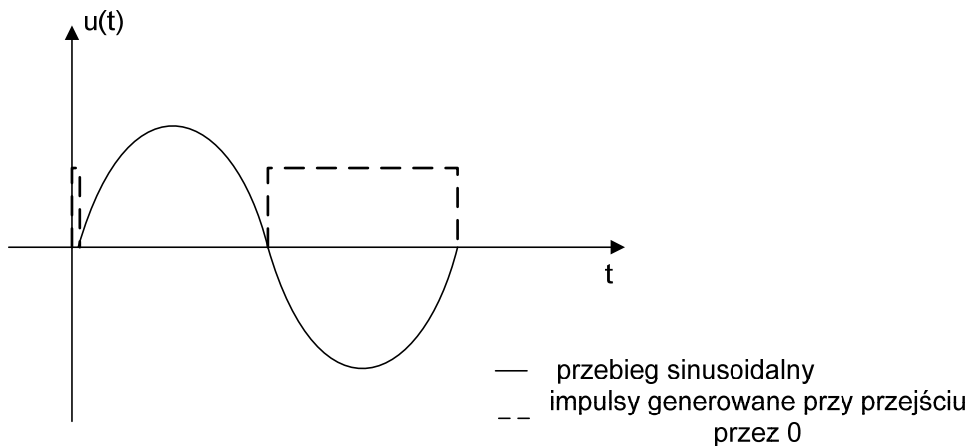
- nastawianie czasu pracy urządzenia pomiarowego (wyjścia przekąźnikowe),
- nastawianie kąta fazowego (moment wyzwolenia impulsu uruchamiającego łącznik fazowy),
- przeprowadzenie kalibracji stanowiskowej.

Po nastawieniu żądanego kąta załączenia, czasu trwania próby oraz kalibracji, poprzez odpowiednie ustawienie za pomocą przycisków „kąt” i „czas”, nastawnik sprawdza wartość napięcia w obwodzie kluczy wyjściowych na kondensatorach filtrujących. W chwili przekroczenia wartości 250 VDC urządzenie jest gotowe do przeprowadzenia próby. Poprzez przycisk opisany symbolem „Głowice” zazbrajany jest układ pomiarowy a przycisk „START” załącza wyzwalacze zwarciove.

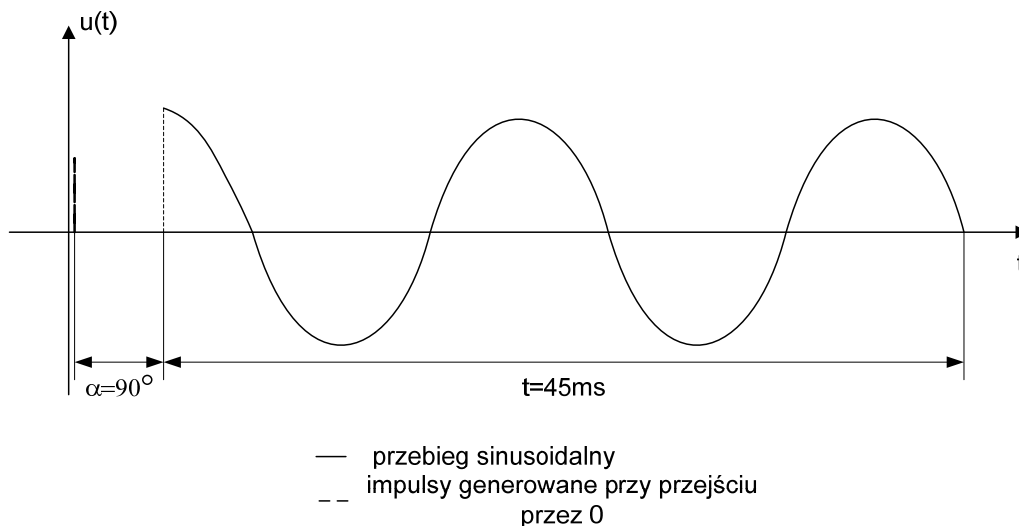
W momencie uruchomienia próby, mikrokontroler oczekuje na sygnał (impuls) wygenerowany przez układu detekcji zera w chwili przejścia napięcia przez „0”.

Impuls, o zboczu opadającym, powoduje rozpoczęcie procesu odliczania ustawionego kąta (np. 90 °). Gdy wartość odliczonego czasu zostanie osiągnięta, mikrokontroler generuje impuls potrzebny do zadziałania układu wyzwalającego. Czas trwania impulsu musi być ograniczony (nie przekraczać 10 ms) ze względu na dużą indukcyjność występującą w samej konstrukcji załącznika a wartość napięcia nie może być mniejsza od 250 VDC. Przy zbyt niskim poziomie napięcia, czas załączenia może zostać znacznie wydłużony co spowoduje duże przesunięcie fazowe eliminując próbę.

W tym samym czasie zostaje rozpoczęte odliczanie czasu trwania próby. Po odliczonym czasie (np. 45 ms) rozłączony zostaje wyłącznik SN powodując przerwanie obwodu wysokoprądowego i tym samym następuje zakończenie próby.



Rys. 6. Generowany impuls detekcji „0”



Rys. 7. Przykładowy przebieg z przesunięciem 90° i czasem trwania $t = 45$ ms

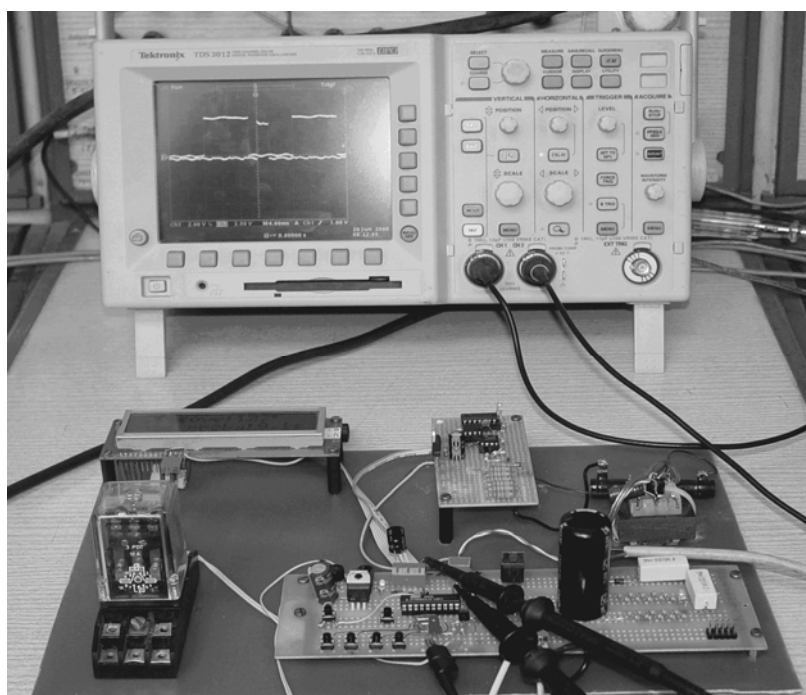
Ze względu na opóźnienia w zadziałaniu łącznika zwarciovego spowodowane jego konstrukcją, detekcją zera jak i samym procesem obliczeniowym mikroprocesora, wprowadzona została kalibracja nastawnika mająca na celu

wyeliminowanie opóźnień stąd wynikających przy czym największą zwłokę czasową rzędu 4 ms generuje wyzwalacz nożowy, co odpowiada ok. 75° .

3. PRÓBY EKSPERYMENTALNE

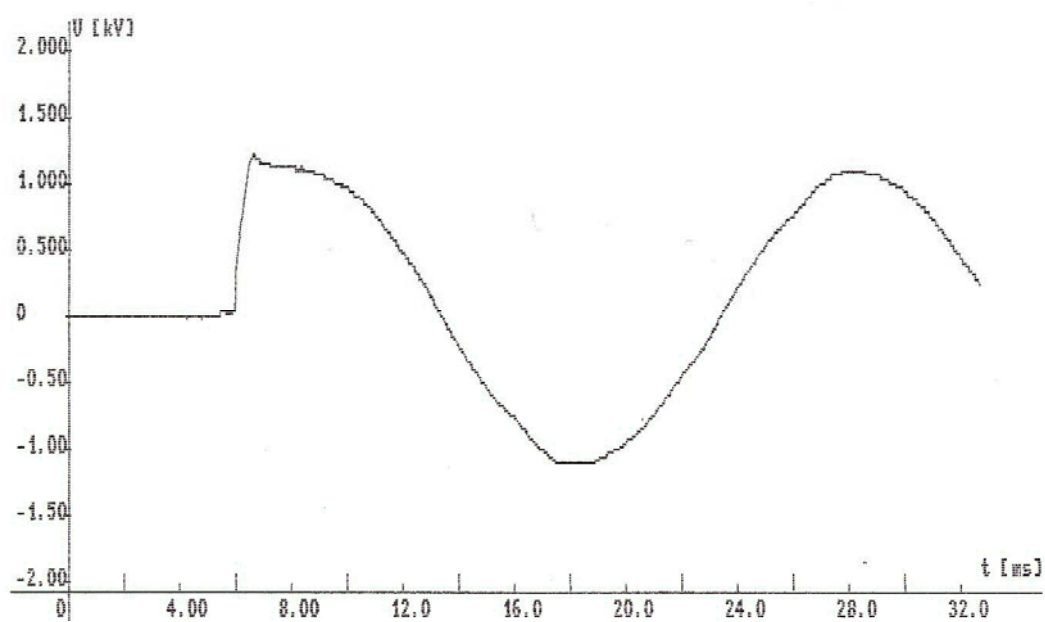
W celu sprawdzenia skuteczności działania nastawnika, wykonana została i uruchomiona wersja dla jednego łącznika zwarcowego. Pozwoliło to określić powtarzalność opóźnień w załączaniu łącznika zwarcowego która waha się w granicach 6° . Spowodowane jest to przestarzałą konstrukcją napędu i na dzień dzisiejszy nie ma możliwości zmiany tego stanu rzeczy.

Prototyp nastawnika NFC-3 przedstawiony jest na rys. 8. Próby jednofazowe (oscyllograf poniżej) udowodniły, że urządzenie działa poprawnie w wyniku czego zbudowany został nastawnik fazowo – czasowy dla prób 1 jak i 3-fazowych.

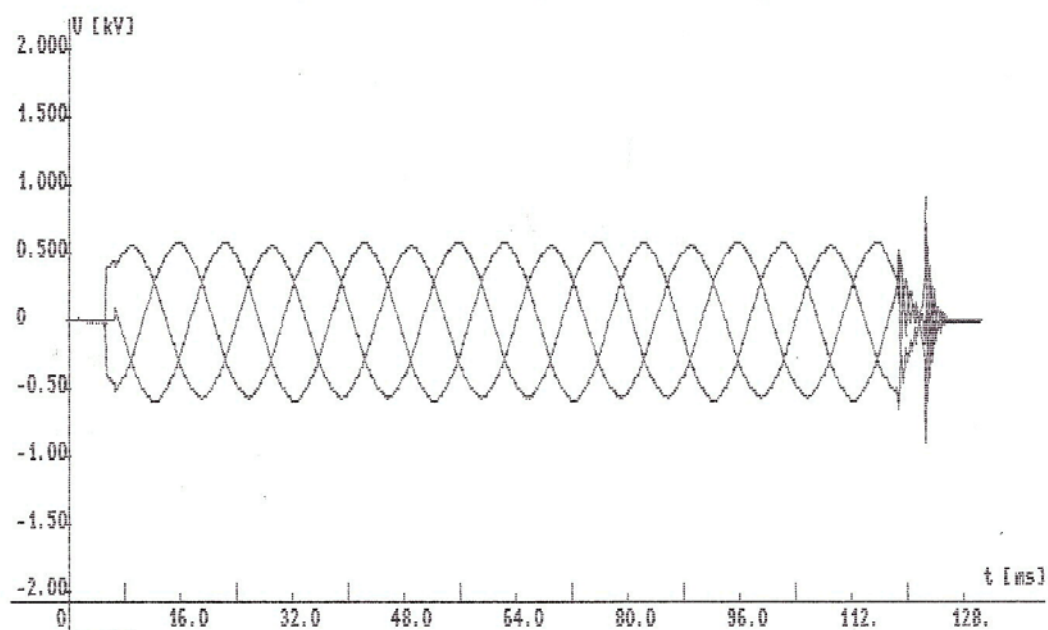


Rys.8. Prototyp NFC-3

Oscylogram na rys. 9 przedstawia zadziałanie łącznika przy kącie wyzwolenia 110° i czasie trwania próby 50 ms natomiast na rys. 10 widoczna jest próba 3-fazowa z widocznym opóźnieniem 3° jednego z wyzwalaczy



Rys. 9. Oscylogram załączenia napięcia przy kącie wyzwolenia 110°



Rys. 10. Oscylogram załączenia 3-fazowego przy kącie wyzwolenia 100°



Rys.11. Widok zbudowanego nastawnika w wersji 3-fazowej

4. WNIOSKI

Do wykonania nastawnika wykorzystano mikrokontroler AVR 90S8515 który należy do grupy układów o architekturze RISC (*Reduced Instruction Set Computer*). Różni się ona od architektury CISC tym, że wykonanie większości rozkazów w procesorach AVR jest realizowane w jednym takcie zegarowym, co zapewnia szybsze wykonywanie programu. Kod wynikowy również jest znacznie bardziej zwarty, co pozwala na zastosowanie układów o niewielkiej pamięci.

Aby uzyskać większą dokładność prób, należałoby zastanowić się nad modernizacją samych wyzwalaczy. Póki jednak norma dopuszcza zakres błędu $\pm 5^\circ$ problem ten nie jest tak istotny.

LITERATURA

1. Instrukcja obsługi : NASTAWNIK FAZOWO – CZASOWY NFC – 2 , Gdańsk 1978
2. Sztuka Elektroniki Tom 1 oraz Tom 2 – P.Horowitz , W.Hill , WKŁ Warszawa 2003
3. Poradnik inżyniera energoelektronika – WNT Warszawa 1998
4. Mikrokontrolery AVR – Jarosław Doliński, BTC Warszawa 2004

Rękopis dostarczono, dnia 20.02.2007 r.

Opiniował: dr inż. Stefan Wójtowicz

TIME – PHASE CONTROLLER BASED
ON AVR MICROCONTROLLER

Andrzej WÓJTOWICZ

ABSTRACT *Following article concense project and realization of time – phase controller based on AVR microcontroller. Article includes schematic diagram and laboratory testing results.*