

INSTYTUT FIZYKI JĄDROWEJ
im. Henryka Niewodniczańskiego
Polskiej Akademii Nauk
ul. Radzikowskiego 152, 31-342 Kraków

www.ifj.edu.pl/reports/2004.html

Kraków, październik 2004

Raport Nr 1950/AP

WOLTOMIERZ WARTOŚCI SZCZYTOWEJ
PRZEBIEGÓW CIĄGLYCH I KLUCZOWANYCH

W UKŁADZIE POMIARU NAPIĘCIA W.CZ.
DUANTU CYKLOTRONU AIC-144

K. Guguła, J. Sulikowski

Wstęp

Układ pomiaru napięcia w.cz. na duancie jest urządzeniem nie handlowym i musiał być wykonany jako oryginalna, jednostkowa konstrukcja. Stąd wynikała konieczność zbudowania układu przez pracowników IFJ. Zadanie zostało podjęte i zrealizowane w połowie lat dziewięćdziesiątych.

W niniejszym opracowaniu przedstawiono sposób wykonania i uruchomienia układu.

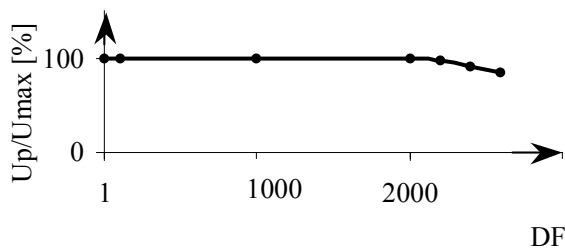
Układ pomiarowy napięcia w.cz. składa się z dwóch podstawowych części:

- pojemnościowej sondy pomiarowej wraz z układem detekcji,
- woltomierza wartości szczytowej,

Woltomierz przeznaczony jest do pomiarów napięć dodatnich, o czasie długości impulsu od 0,1 ms do wartości ciągłej oraz powtarzalności od co 0,2 s do napięcia ciągłego w czasie.

Dzięki zastosowaniu prostownika w.cz., wykorzystującego diodę Schottky'ego, układ służy do pomiaru napięcia w.cz.– fali ciągłej lub fali kluczowanej, z dokładnością poniżej 2%.

Współczynnik wypełnienia mierzonego napięcia „DF” może wynosić $1 \div 2000$ i w tym zakresie wskazanie woltomierza nie zależy od wypełnienia mierzonego impulsu, jak również od częstotliwości powtórzeń



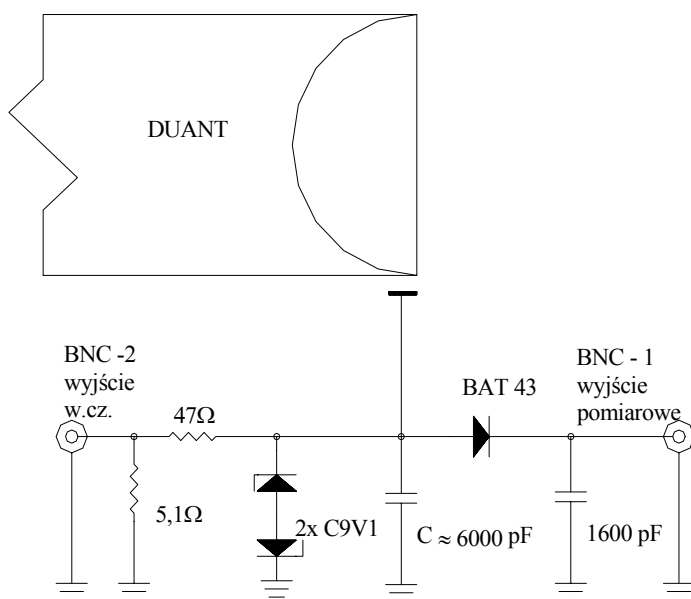
Rys. 1 Zależność wskazania woltomierza od współczynnika wypełnienia impulsu.

Sonda pomiarowa

Należy zwrócić uwagę na precyzyjne wykonanie dzielnika pojemnościowego przy duancie, ze względu na zminimalizowanie indukcyjności celem zachowania liniowości pomiaru. Następnie należy zbadać charakterystykę podziału dzielnika w funkcji częstotliwości. W wypadku istotnej nieliniowości wykonać odpowiednie zakresy pomiarowe na skali miernika lub układ zmieniający kalibrację woltomierza.

W omawianym układzie wprowadzono dzielnik pojemnościowy bezpośrednio za elektrodą stanowiącą kondensator z powierzchnią boczną duantu oraz bezindukcyjne uziemienie dzielnika szerokimi taśmami miedzianymi.

Zastosowano podział 1:10000, z możliwością przemieszczania elektrody stanowiącej element kondensatora, względem duantu celem kalibracji dzielnika. Napięcie otrzymane z dzielnika pojemnościowego jest poddane detekcji i filtracji. Następnie doprowadzone jest do gniazda wyjściowego pomiarowego (BNC-1).



Rys. 2 Schemat układu sondy pomiarowej.

Równolegle, napięcie w.c.z. z dzielnika pojemnościowego poddane jest kolejnemu podziałowi (rezystory R_1 , R_2) i następnie doprowadzone do gniazda wyjściowego w.c.z. (BNC-2).

Diody Zenera połączone szeregowo i przeciwnie stanowią zabezpieczenie przed przepięciami na wyjściu sondy.

Zastosowane rozwiązania techniczne pozwoliły osiągnąć wymaganą (poniżej 2%) liniowość pracy sondy pomiarowej, w pełnym zakresie częstotliwości t.j. 10÷26 MHz.

Woltomierz

1. Zasada działania

Mierzone napięcie podane jest na wejście wzmacniacza operacyjnego $\mu A 725$ oraz komparatora LM 311. Wzmacniacz pełni rolę separatora z możliwością korekcji wzmocnienia. Jest to niezbędne w przypadku pracy z prostownikiem w.c.z.

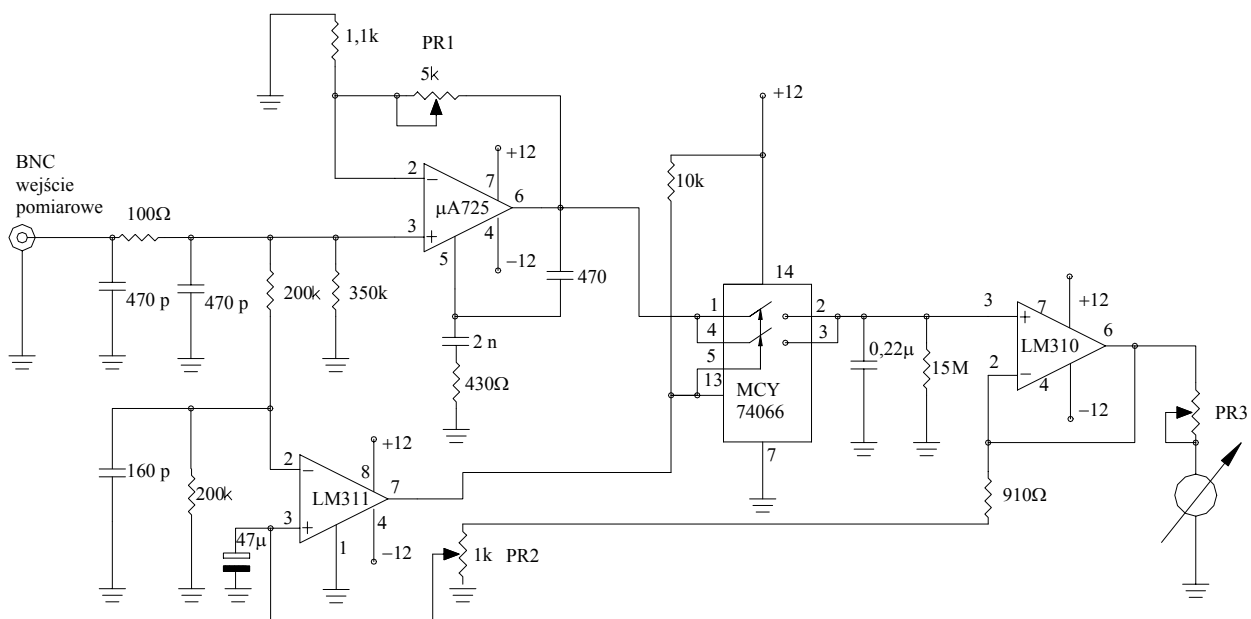
Komparator ma za zadanie otworzyć klucz elektroniczny (MCY 74066) w przypadku gdy wartość napięcia mierzonego przewyższa wartość napięcia progowego (ustawianego).

Napięcie progowe jest ustawiane i stanowi część napięcia mierzonego, zapamiętanego w poprzednim cyklu pomiaru. Napięcie progowe można ustawiać potencjometrem PR2 w zakresie 0 ÷ 100% napięcia mierzonego.

Należy pamiętać że napięcie mierzone powyżej progu zostaje uśrednione.

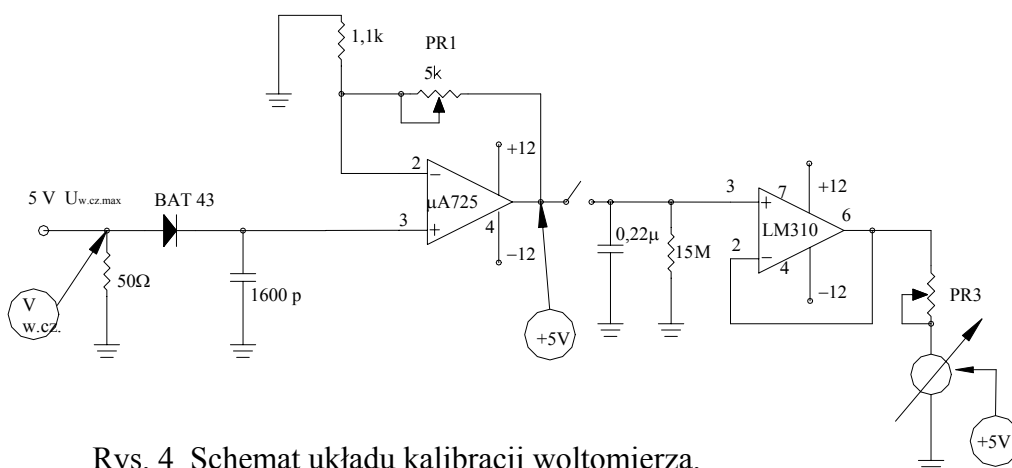
Po otwarciu klucza wzmacniacz $\mu A 725$ ładuje kondensator pamiętający $C = 0,22 \mu F$ do wartości maksymalnej mierzonego napięcia.

Wtórnik napięciowy LM 310 pełni rolę separatora. Rezystor $R = 15 M\Omega$ ustala stałą czasową rozładowania kondensatora pamiętającego.



Rys. 3 Schemat układu woltomierza.

2. Kalibracja układu

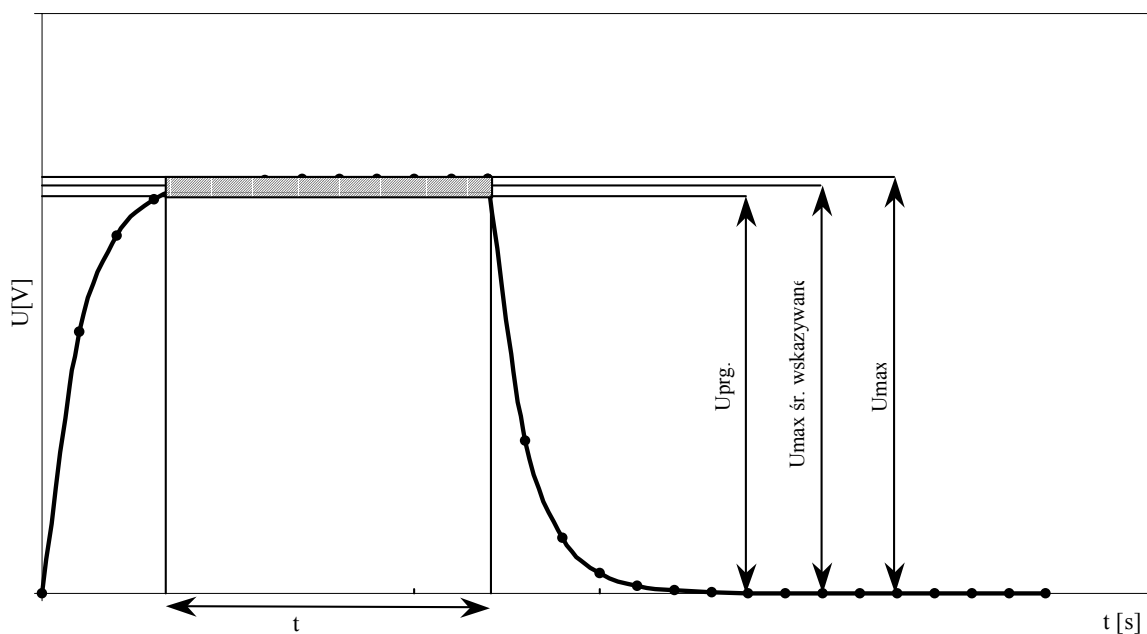


Rys. 4 Schemat układu kalibracji woltmierz.

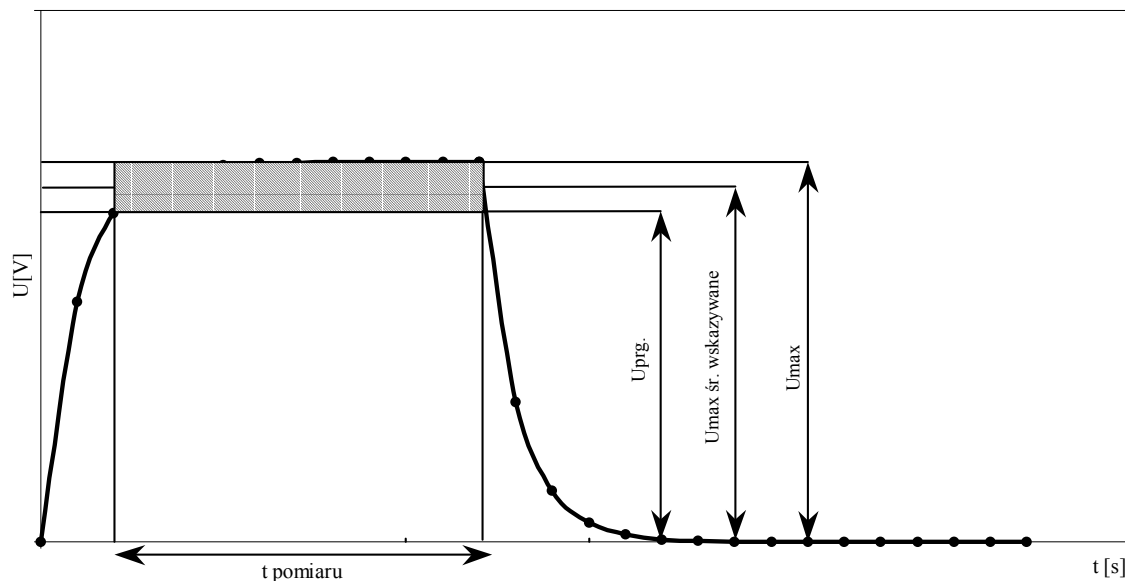
Podać na wejście prostownika ciągle napięcie w.c.z. o częstotliwości 20 MHz.
Impedancja wyjściowa źródła napięcia powinna wynosić 50Ω , wartość amplitudy napięcia 5 V.
Pomiar można przeprowadzić woltmierzem ze sondą w.c.z. (np. V-640) lub oscyloskopem.
Następnie ustawić (potencjometr PR1) wartość napięcia stałego na wyjściu układu $\mu A 725$ równą 5 V. Wskazanie miernika (kilowoltmierz) ustawić na 50 kV (potencjometr PR3).

3. Ustawianie progu pomiaru napięcia

W celu uzyskania niezafałszowanego pomiaru wartości szczytowej napięcia kluczowanego, próg musi być ustawiony na wartość bliską 100%, wartości mierzonego napięcia (rys. 5).



Rys. 5 Charakterystyka pomiaru napięcia ($U_{prg} \cong U_{max}$).



Rys. 6 Charakterystyka pomiaru napięcia ($U_{prg.} \ll U_{max}$).

W przypadku wartości progu np. 80%, w zakresie 80% ÷ 100% wartości mierzonego napięcia nastąpi jego uśrednienie (rys. 6). Dotyczy to wyłącznie napięcia kluczonego lub zmiennego w czasie.

Podsumowanie

Omawiany woltomierz został wykonany wraz z zasilaczem sieciowym w przenośnej obudowie.

Wartość napięcia wskazywana jest na mierniku zainstalowanym w obudowie.

Istnieje również możliwość dołączenia zewnętrznego miernika.

Układ został wykonany w połowie lat dziewięćdziesiątych i pracuje bezawaryjnie do dnia dzisiejszego. Stanowi podstawowy sposób pomiaru wartości napięcia duantu. Został przebadany pod względem liniowości pomiaru w funkcji częstotliwości oraz wypełnienia impulsu i częstotliwości powtórzeń; spełniając założone na wstępie wymagania.