



**FIRMA INNOWACYJNO
-WDROŻENIOWA**

ul. Krzyska 15

33-100 Tarnów

tel.: 0146210029, 0146360117, 608465631

faks: 0146210029, 0146360117

mail: biuro@elbit.edu.pl

www.elbit.edu.pl

**ZASILACZ WYSOKONAPIĘCIOWY
GENERATOR PRĄDÓW UDAROWYCH**



Spis treści

Wstęp.....	3
Opis techniczny	4
Parametry podstawowe generatora prądów udarowych:.....	4
Czujniki i przetworniki	6
Przetwornik prądu LA 100-P.....	6
Przetwornik Rogowskiego CWT300B/4/300.....	7
Urządzenia wykonawcze.....	8
Sterownik CPU03.....	8
Ignitron NL7703.....	10
Transformator TR 9000/50D	11
Budowa i działanie urządzenia	12
Sterowanie	16
Elementy kształtujące impuls.....	21
Algorytmy pracy	23
Pomiary	25
Opis programu narzędziowego „WN”	33
Instrukcja użytkownika.....	39
Instrukcja bezpieczeństwa i higieny pracy	39
Instrukcja obsługi	39
Załączniki	41
Opis stanowisk do badania odporności na impulsowe pole magnetyczne.....	41
Dokumentacja towarzysząca.....	45

Wstęp

Generator wysokich uderów prądowych zwany zamiennie zasilaczem wysokonapięciowym jest to urządzenie służące do badań odporności urządzeń na impulsowe pole magnetyczne (zgodnie z normą IEC/EN 61000-4-9) oraz do pokazów dydaktycznych.

Zasada działania polega na kontrolowanym ładowaniu baterii wysokonapięciowych kondensatorów do zadanego napięcia, a następnie na wyładowaniu wysokoprądowym o kontrolowanym przebiegu.

Opis techniczny

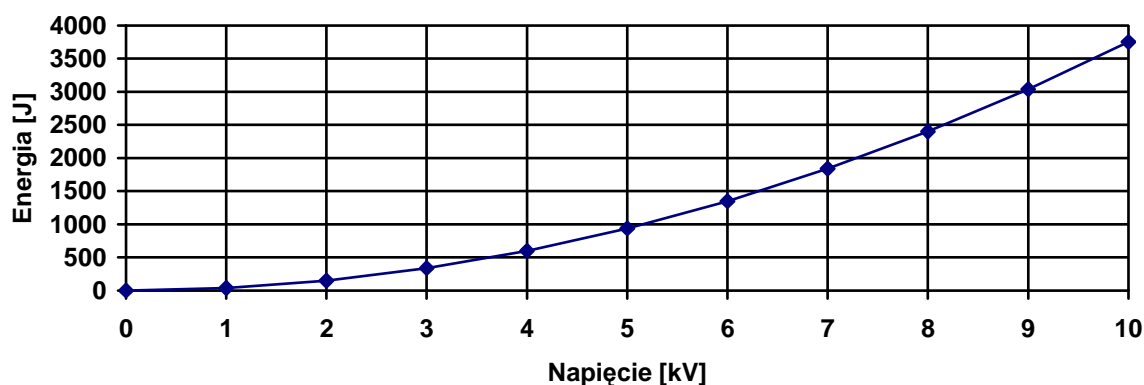
Parametry podstawowe generatora prądów udarowych:

Maksymalny prąd udarowy:	60kA
Kształt podstawowy impulsu prądowego:	
czas czoła:	8 μ s
czas półszczytu:	20 μ s
Maksymalne napięcie wyjściowe:	6kV
Maksymalna energia wyładowania:	1350J
Sterowanie:	pulpit lub tor cyfrowy
Wymiary (dług. X szer. X wys.):	140x57x120cm
Waga:	110kg
Temperatura pracy:	0÷40°C
Wilgotność:	do 50%

Instalacja elektryczna:

Zasilanie:	jednofazowe
Napięcie zasilana:	230 VAC
Długość kabla zasilającego:	8m
Moc:	700W

Energia wyładowania zależy od ustawionego napięcia ładowania baterii kondensatorów.
Zależność energii od napięcia przedstawiono na wykresie:



UWAGA:

W urządzeniu występują ekstremalnie wysokie napięcia, oraz wysokie temperatury. Podczas pracy należy zachować szczególną ostrożność, a każdy przypadek niewłaściwego działania należy zgłaszać do producenta !

Poniżej przedstawiono wyciągi z dokumentacji i opisy ważniejszych podzespołów użytych do konstrukcji urządzenia.

Czujniki i przetworniki

Przetwornik prądu LA 100-P



Własności:

Przetworniki elektryczne firmy LEM transformują prąd pierwotny na izolowany galwanicznie sygnał proporcjonalny do wartości chwilowej lub skutecznej tego prądu w szerokim paśmie częstotliwości od 0 do 800 kHz. Stosowane są do pomiaru prądów stałych i zmiennych do 20 kA (do zastosowań przemysłowych i trakcji elektrycznej) oraz bardzo dużych prądów w procesach galwanicznych do 500 kA (nieuwzględnione w tym rozdziale) oraz napięć do 6400V wartości skutecznej.

Przetworniki prądowe do zastosowań przemysłowych uszeregowane są w funkcji wzrastających prądów znamionowych od 0.25A do 20 000A. Ponadto podane są osobno przetworniki prądowe z wyjściem 4-20mA lub 0-10V stosowane w układach sterujących procesami technologicznymi, przetworniki napięciowe oraz przetworniki w wykonaniu specjalnym do zastosowań w trakcji elektrycznej.

Głównym celem stosowania przetworników elektrycznych jest uzyskanie izolowanego od strony pierwotnej niskonapięciowego sygnału analogowego lub cyfrowego odzwierciedlającego wartość chwilową (kształt) lub skuteczną elektrycznej wartości mierzonej z wystarczającą dokładnością w danym paśmie częstotliwości. Sygnał ten może być odczytywany lub rejestrowany na mierniku lub monitorze, jak również przetwarzany do sterowania układów elektrycznych

zakres pomiaru prądu zmiennego:	-160A do 160A
zakres pomiaru prądu stałego:	-160A do 160A
Zasilanie:	$\pm 12V$ do $\pm 15V$
Dokładność:	0.7%
Czas odpowiedzi:	1 μ s
Przepustowość:	200kHz
Pobór prądu:	10mA

Pełna karta katalogowa w załącznikach.

Przetwornik Rogowskiego CWT300B/4/300



Własności:

Seria CWT przeznaczona jest do pomiaru prądów przemiennych w zakresie od kilkuset miliamperów do kilkuset kiloamperów i częstotliwości od dziesiątych części Hz do kilkunastu MHz.

Typowymi aplikacjami zastosowań cewek Rogowskiego CTW jest pomiar i rejestracja kształtu przebiegu prądu kluczy półprzewodnikowych, sygnałów sinusoidalnych wyższych częstotliwości, pulsacyjnych i innych charakteryzujących się dużą zmiennością.

Wyjście napięciowe typu BNC pozwala na bezpośrednie podłączenie do oscyloskopu lub innego urządzenia rejestrującego.

Zakres pomiarowy:	300mA do 300kA
Sygnal wyjściowy:	± 6V dla prądu max
Pasma częstotliwości:	0.1Hz do 16MHz
Dokładność:	± 1% wartości mierzonej
Liniowość:	± 0.05% pełnej skali
Przekrój cewki:	8.5 mm
Temperatura pracy cewki:	-20°C...+100°C
Wyjście:	BNC

Pełna karta katalogowa i świadectwo kalibracji i instrukcja obsługi w załącznikach.

Urządzenia wykonawcze

Sterownik CPU03



Opis działania

Sterownik CPU03 przeznaczony jest do sterowania prostymi procesami przemysłowymi.

Sterownik posiada osiem wejść i osiem wyjść cyfrowych oraz cztery 12-bitowe wyjścia i cztery 12-bitowe wejścia analogowe. Sterownik przystosowany jest do zasilania z zewnętrznego źródła napięcia stałego, którego wartość powinna zawierać się w granicach od 10V do 30V.

Sterownik posiada wbudowane zabezpieczenie przed odwrotną polaryzacją zasilania oraz wbudowany zestaw elementów przeciwprzebiegowych chroniących czujnik od przepięć powstałych na magistrali RS485/RS422.

Sterownik ten jest urządzeniem dedykowanym do sterowania prasami hydraulicznymi. W sterowniku zainstalowany jest program realizujący funkcję prasy hydraulicznej.

Dane techniczne:

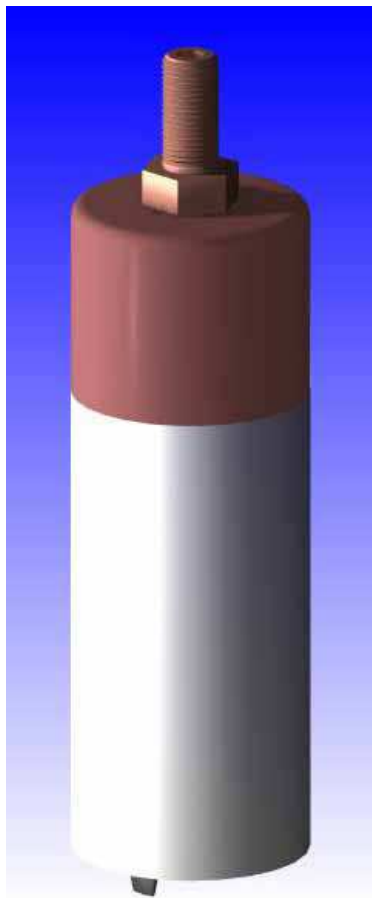
Zasilanie:	10÷30Vdc
Pobór prądu:	0.1 ÷ 0.3A
Sygnal wyjściowy	transmisja szeregową
Interfejs:	RS232 lub RS485
Protokół:	MODBUS RTU
Adres urządzenia:	ustawiany 1÷255
Prędkość transmisji:	400, 4800, 9600, 19200, 28800, 57600 kbit/s
Maksymalny zasięg (RS485):	1200m.
Stopień ochrony obudowy:	IP32
Temperatura pracy:	0÷70°C
Parametry wejść cyfrowych:	
punkt przełączenia:	11.8V;
maksymalna częstotliwość sygnału wejściowego:	500Hz
Parametry wyjść cyfrowych:	
maksymalna częstotliwość sygnału wyjściowego:	>2kHz
maksymalny ciągły prąd wyjściowy:	0.5A
Parametry wejść analogowych:	
przetwornik	12-bitowy
częstotliwość kwantyzacji:	1kHz
Każde wejście analogowe może być w procesie produkcyjnym skonfigurowane następująco:	
o	0÷5V;
o	0÷10V;
o	0÷20mA;

Parametry wyjść analogowych:

przetwornik	12-bitowy;
maksymalna częstotliwość sygnału wyjściowego:	>100Hz

Każde wyjście analogowe może być w procesie produkcyjnym skonfigurowane następująco:

- 0÷5V;
- 0÷10V;

Ignitron NL7703**Opis techniczny**

Ignitron to lampa gazowana trójelektrodowa z ciekłą katodą (rtęć), w której wyładowanie łukowe jest zapoczątkowane za pomocą zapalnika (ignitera). Ignitron służy do prostowania niezbyt wysokich napięć zmiennych, ale może dawać duże wartości natężenia prądu.

Maximum Ratings

Peak Anode Voltage

Forward

Inverse

Critical Anode Starting Voltage (MIN)

Anode Current

Peak

Average

Maximum Average Time

Length of Conduction

Discharge (Rep Rate) Typical

Total Charge (Per Minute)

Ionization Time

Damped Discharge

20,000

20,000

100

100,000

0.75

1

0.3

2

30

0.5

Ringing Discharge

20,000 V

20,000 V

100 V

100,000 A

0.25 A

1 Cycle

20 mS

2 Per Minute

30 Coulombs

0.5 μ s

W załącznikach zamieszczono kartę katalogową notę aplikacyjną oraz świadectwo sprawdzenia ignitrona.

Transformator TR 9000/50D



Opis techniczny

Wysokonapięciowe elektromechaniczne transformatory neonowe (1.000 ÷ 10.000V) posiadają wykonania o prądzie znamionowym do 200mA. Dzięki metalowej obudowie i wprowadzonych zabezpieczeniach ochronnych, transformator ten jest bardzo odporny na działanie czynników atmosferycznych (IP44) oraz do warunków środowiskowych.

Ten wyjątkowy model służący do zasilania neonów argonowych i neonowych jest wyposażony w nożowy wyłącznik bezpieczeństwa i zamykaną pokrywę.

Zalety transformatorów wysokonapięciowych zalewanych:

- ochrona przed czynnikami atmosferycznymi;
- termiczne dylatacje żywicy zalewowej, które chronią przed pęknięciami;
- żywica jest dobrym przewodnikiem ciepła i zapewnia efektywne rozpraszanie, utrzymując niskie temperatury na płycie terminala, na którym są zlokalizowane połączenia elektryczne i urządzenia ochronne;
- doskonała ochrona mechaniczna;
- ochrona przed zakłóceniami elektromagnetycznymi.

Pełna karta katalogowa w załącznikach.

Budowa i działanie urządzenia

Zasada działania zasilacza wysokich udarów prądowych polega na kontrolowanym ładowaniu wbudowanej w zasilacz baterii kondensatorów, a następnie na gwałtownym (lawinowym) wyzwoleniu zmagazynowanej w baterii energii elektrycznej w postaci udaru prądowego.

Na poniższym zdjęciu pokazano rozmieszczenie poszczególnych bloków.

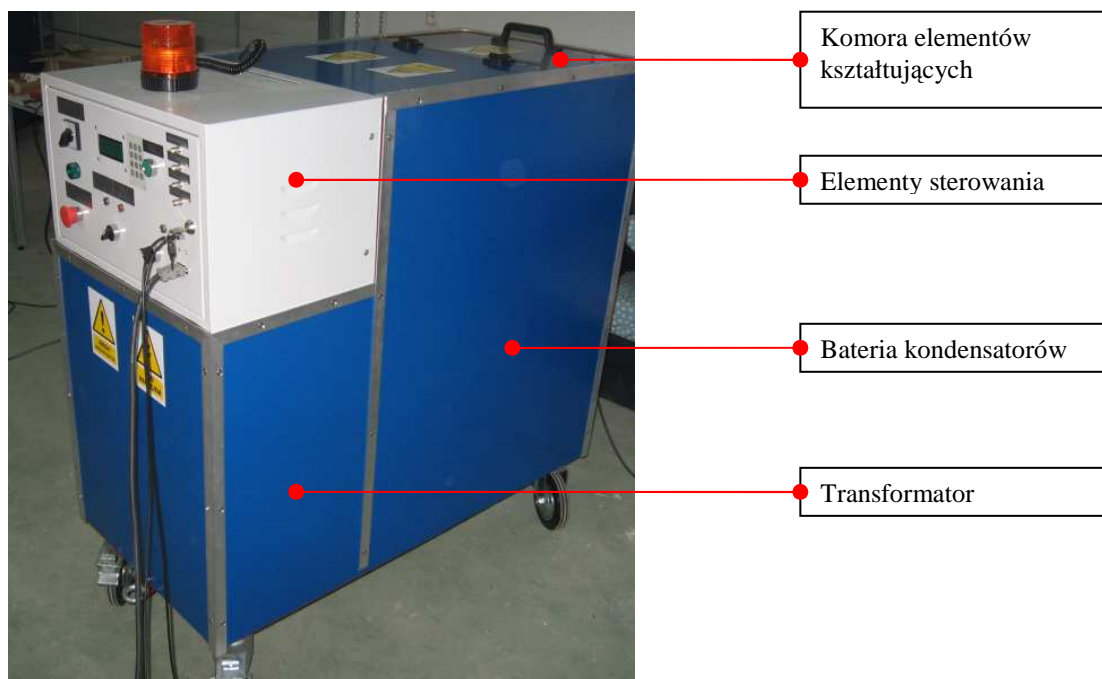
W części sterowniczej umieszczono wszystkie układy pomiarowe, sterownik przemysłowy kontrolujący procesy ładowania i strzału a także posiadający funkcje kontrolno-zabezpieczeniowe oraz układy zasilające i elementy mocy.

Część ta jest szczególnie dobrze ekranowana od wpływu zakłóceń generowanych przez impulsy prądowe.

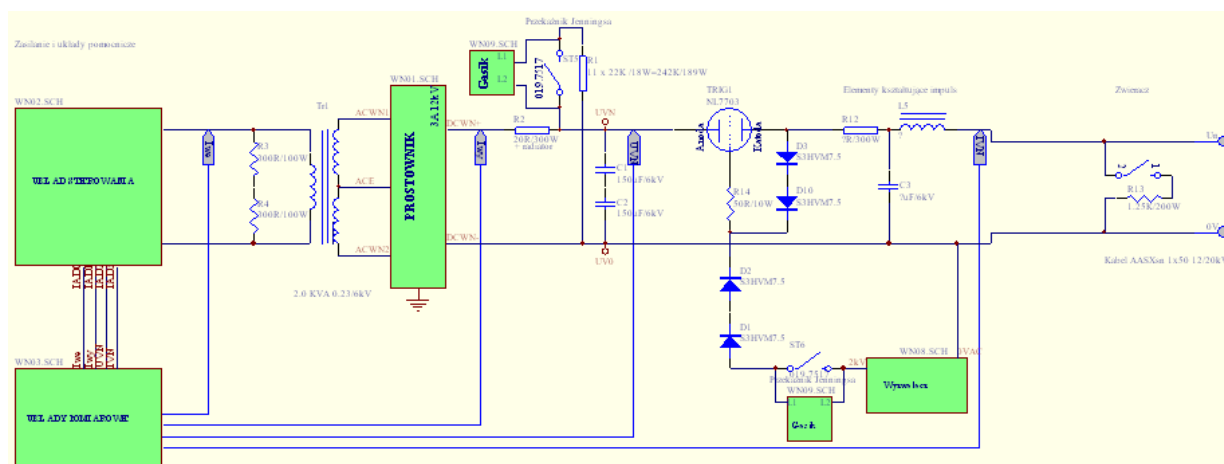
Bezpośrednio pod układami sterowniczymi umieszczono transformator WN, układy prostownicze WN, układy wyzwalające ignitrona oraz elementy dodatkowe (np. układy rozładowcze WN czy przełączające).

W tylnej części zasilacza umieszczono baterię kondensatorów WN. Są to najcięższe elementy zasilacza. Tu magazynowana jest energia wykorzystywana do tworzenia impulsów prądowych.

Nad baterią w tylnej górnej części znajduje się układ wyładowczy zbudowany na ignitronie oraz elementy kształtujące impuls. Jest to jedyna część zasilacza dostępna dla użytkownika. Przy zachowaniu opisanych w niniejszym opisie zasad bezpieczeństwa można zmieniać kształt impulsu wyładowczego poprzez wymianę elementów RLC. Dostęp do komory jest poprzez otwieraną przezroczystą płytę.



Na poniższym schemacie blokowym przedstawiono podstawowe bloki i czujniki pomiarowe w zasilaczu.



Układ sterowania (po spełnieniu wszystkich warunków koniecznych do uruchomienia ładowania) podaje napięcie o określonej amplitudzie na transformator wysokonapięciowy Tr1.

Napięcie strony wtórnej po wyprostowaniu w prostowniku dwupołówkowym poprzez rezystor ograniczający jest podawane na baterie kondensatorów C1, C2.

Równolegle do baterii podłączony jest rezystancyjny układ rozładowujący włączany przełącznikiem Jenningsa.

Napięcie z baterii doprowadzone jest też do układu wyzwalającego. W tym modelu zasilacza zastosowano ignitron.

Na zdjęciu obok zamontowany ignitron wraz z układami zabezpieczającymi. Z lewej strony widać wewnętrzne części przyłączy wysokonapięciowych.

Ponieważ w ignitronie katoda zbudowana jest z płynnej rtęci jego położenie powinno być podczas pracy pionowe. Zaleca się wypoziomowanie zasilacza z dokładnością $\pm 3^\circ$.

Poziomowania dokonuje się poprzez odpowiednią regulację kółek jezdnych. Pomocna przy tej czynności jest zamontowana wewnątrz komory kształtowania impulsu poziomica.



Do ignitera (elektrody sterującej ignitrona) podłączony jest poprzez odpowiednie układy zabezpieczające wyzwalacz. Po otrzymaniu impulsu sterującego od układów sterowania wyzwalacz inicjuje wyładowanie w ignitronie.

Główny prąd wyładowania płynie od anody do katody ignitrona, a następnie poprzez układy formujące zbudowane na elementach R12, L5 C3 do zacisków wyjściowych zasilacza.

Dzięki włączaniu w główny obieg prądu tych elementów można w pewnych granicach kształtować przebieg wyładowania.

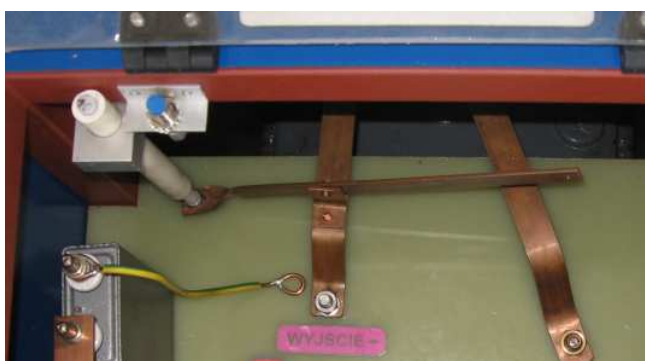
Dzięki załączonym do zasilacza elementom można np. wytworzyć przebieg aperiodyczny lub oscylacyjny.



Na zdjęciu obok widok komory kształtowania impulsu od góry.
Miejsca montażu poszczególnych elementów RLC SA opisane naklejkami.

Zaciski wysokonapięciowe zakończone są miedzianymi gwintowanymi prętami (M14).

Na zdjęciu obok przedstawiono zaciski z założoną zworą miedzianą oraz cewką Rogowskiego. Połączenie takie służy do badania maksymalnej wydajności prądowej zasilacza.



Tuż przy zaciskach wyjściowych zasilacza zamontowana jest zwora bezpieczeństwa, która rozładowuje baterię kondensatorów. Zwora ta włącza się w momencie otwarcia kłapy komory elementów kształtujących.

Zwora podnoszona jest cięgiem uruchamianym przez otwieraną klapę (zdjęcie poniżej).

Jak widać na schemacie blokowym mierzone są na bieżąco cztery wartości:

- prąd wejściowy transformatora (I_{we});
- prąd wyjściowy transformatora (I_{wy});
- napięcie baterii kondensatorów (UVN);
- prąd wyjściowy zasilacza.

Prąd wejściowy transformatora (jego wartość skuteczna) jest wyświetlany na panelu LCD. Od jego wartości zależy wysterowanie transformatora WN. Pętla regulacji zrealizowana w sterowniku utrzymuje zadaną wartość tego prądu. Zmieniając go można w pewnych granicach wpływać na szybkość ładowania baterii.

Prąd wyjściowy transformatora jest również wyświetlany na panelu LCD ale nie bierze udziału w sterowaniu.

Napięcie baterii kondensatorów poza funkcjami informacyjnymi (panel LCD) ma również funkcje sterujące. Sterownik dziesięć razy na sekundę porównuje wartość napięcia baterii z wartością zadaną i w zależności od wyniku włącza lub wyłącza wysterowanie transformatora. W rezultacie napięcie baterii utrzymywane jest na zadanym poziomie.

Prąd wyjściowy transformatora mierzony jest za pomocą przetwornika Rogowskiego. Firmowo przetwornik jest ustawiony na wartość 0.1mV/A, tj. 1V na wyjściu pomiarowym odpowiada 10kA wartości mierzonej. Wartość tego pomiaru nie bierze udziału w sterowaniu. Przetwornik wraz z cewką można zabudować w zasilaczu (wtedy sygnał pomiarowy jest dostępny na złączu BNC na rozdzielnicy) lub wykorzystywać jako przenośny przyrząd pomiarowy.

Do aplikacji dobrano ignitron o parametrach wyładowania:

Maksymalne napięcie wyładowania anody:	20kV
Maksymalny prąd wyładowania anody:	100kA

Takie wyraźne przewymiarowanie parametrów wiąże się z ilością strzałów jakie można oddać przez jeden ignitron. Ilość strzałów o maksymalnej energii producent określił na 1000, jednocześnie zaznaczając, że długość życia wyzwalacza zwiększa się dziesięciokrotnie przy zmniejszeniu prądu lub napięcia o połowę.

Dla projektowanego zasilacza:

Maksymalne napięcie wyładowania anody: 8kV

Maksymalny prąd wyładowania anody: 60kA

Oszacowano więc, że zakładana ilość strzałów o maksymalnej mocy powinna wynosić:

$$1000 \times 12.5 \times 8.3 = 1037500, \text{ gdzie:}$$

12.5 zwiększenie ilości strzałów z powodu obniżonego napięcia;

8.3 zwiększenie ilości strzałów z powodu obniżonego prądu.

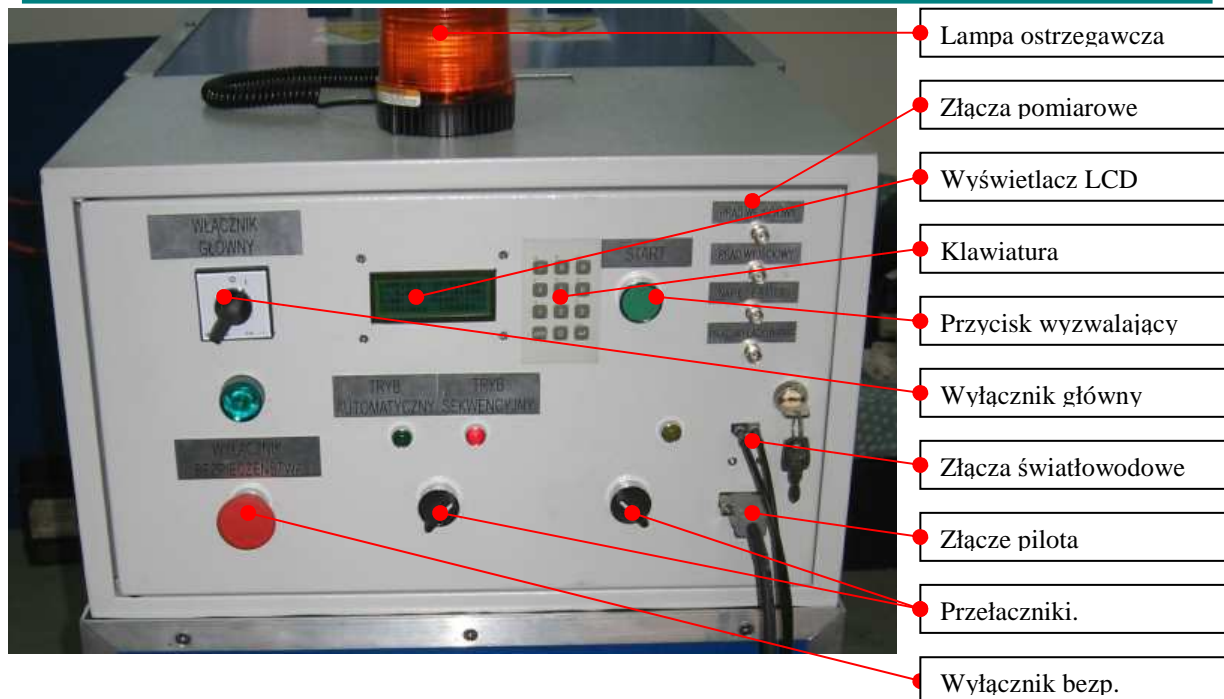
Zasilacz zaprojektowano jako mobilny, posadowiony na czterech skrętnych kółkach z hamulcami. Dodatkowo w ramie nośnej przewidziano ucho wkrętne w celu łatwiejszego transportu (rys obok).



Sterowanie

Na poniższym zdjęciu przedstawiono rozmieszczenie elementów sterujących i kontrolnych na rozdzielniczy głównej. Na samej górze rozdzielniczy zamontowana jest stroboskopowa lampa ostrzegawcza. Generuje ona pomarańczowe światło błyskowe w momencie gdy układy pomiarowe sterownika zmierzają na baterii kondensatorów napięcie większe niż 100V.

Uwaga: rozdzielczość układu pomiaru napięcia wynosi 100V. Brak błyskania lampki ostrzegawczej informuje, że napięcie baterii kondensatorów jest mniejsze niż 100V. Jednakże jest to nadal napięcie niebezpieczne dla życia.



Wyłącznik główny powoduje załączenie układu do pracy. Stan zasilania wskazywany jest świeceniem zielonej kontrolki pod wyłącznikiem.

Umieszczony pod nim wyłącznik awaryjny (tzw. „grzyb”) służy do awaryjnego odłączenia wszystkich układów wykonawczych tj. układu zasilania transformatora WN i układu ładowania wyzwalacza. Jednocześnie po wykryciu przez sterownik naciśnięcia wyłącznika awaryjnego program przechodzi w stan oczekiwania (STANBY).

Podobny wyłącznik awaryjny znajduje się na pulpicie zdalnym (pilocie). Jego działanie jest identyczne. Należy tylko wspomnieć, że w układzie sterowania generowana jest funkcja alternatywy sygnałów z obu wyłączników awaryjnych, tzn. wciśnięcie któregoś z nich powoduje zadziałanie zabezpieczeń.

Oba wyłączniki są stabilne, po wciśnięciu – rozłącza się je przez lekki przekręcenie klawisza. Zadziałanie procedur awaryjnych sygnalizowane jest w programie odpowiednią kontrolką.

Uwaga: wyłączenie układu wyłącznikiem głównym lub wyłącznikiem awaryjnym nie daje pewności rozładowania zasilacza.

W układzie sterowania przewidziano trzy przyciski:

- przycisk START (monostrabilny);
- przełącznik trybów (bistabilny płetwowy);
- przełącznik odłączania (bistabilny płetwowy).

Działanie przycisku START jest zależne od wybranego trybu pracy. Dla trybu sekwencyjnego każde przyśnięcie tego przycisku powoduje przejście układu do kolejnego stanu. W trybie automatycznym jedno naciśnięcie przycisku powoduje wyzwolenie zaprogramowanej ilości strzałów. Pełny opis działania przycisku w rozdziale „Algorytm pracy”.

Przełącznikiem trybów można wybrać sposób działania urządzenia. Lewe położenie przełącznika uaktywnia tryb automatyczny (co jest sygnalizowane zieloną kontrolką), zaś prawe położenie tryb sekwencyjny (sygnalizowany czerwoną kontrolką). Pełny omówienie trybów w rozdziale „Algorytmy pracy”.

Przełącznik funkcji odłączania steruje działaniem strzału. Jeśli funkcja jest aktywna tuż przed wyzwoleniem strzału nastąpi odłączenie zasilacza od sieci zasilającej, a po strzale ponowne załączenie. Odłączane są tylko linie L i N (uziemienie pozostaje załączone).

Włączenie tej funkcji sygnalizowane jest świeceniem kontrolki żółtej.

W pewnych sytuacjach korzystne może być zminimalizowanie zakłóceń wprowadzanych przez zasilacz do sieci energetycznej.

Przyciski START i wyłącznik awaryjny są zdublowane. Do rozdzielnicy można podłączyć zdalny pulpit sterujący (tzw. pilot). Wygląd pulpitu pokazano na rysunku obok. Działanie przycisków jest identyczne jak opisanych powyżej przycisków na rozdzielnicy.

Długość kabla do pulpitu wynosi 5m. Pulpit ten umożliwia wyzwolenie strzałów z pewnej odległości od zasilacza.



W przypadku nie używania pulpitu zdalnego do gniazda przyłączeniowego należy włączyć specjalną zaślepkę. Symuluje ona działanie pulpitu zdalnego. Wygląd zaślepki pokazano na rysunku obok.

Nad przyłączem pulpitu zamontowano dwa złącza światłowodowe. Dzięki nim możliwa jest komunikacja ze zdalnym komputerem, na ekranie którego możliwa jest obserwacja wszystkich pomiarów oraz z którego możliwe jest zdalne sterowanie zasilaczem. Połączenie światłowodowe jest połączeniem całkowicie bezpiecznym z pełną izolacją galwaniczną komputera zdalnego i zasilacza. Długość standardowych przewodów światłowodowych dołączanych w komplecie ze stanowiskiem wynosi 3m.

Na obudowie rozdzielnicy umieszczono również złącza BNC sygnałów pomiarowych. W kolejności od góry są to:

- prąd wejściowy transformatora;
- prąd wyjściowy transformatora;
- napięcie baterii;
- prąd wyładowania.

Prąd wejściowy

Jest to wartość skuteczna (RMS) prądu zmiennego.

Zakres: 0÷5V.

Przelicznik: 5V – 4.5A

Prąd wyjściowy

Jest to wartość prądu stałego płynącego do baterii kondensatorów.

Zakres: 0÷5V.

Przelicznik: 1V – 3.45A

Napięcie baterii

Jest to wartość napięcia z dzielnika.

Zakres: 0÷5V.

Przelicznik: 5V – 10kV

Prąd wyładowania

Jest to wartość chwilowa prądu brana z przetwornika Rogowskiego (jeśli został zamontowany).

Zakres: 0÷6V.

Przelicznik: 6V – 60kA

Z lewej strony rozdzielnicy zamontowano złącze przemysłowe, do którego można podłączyć indukcyjny czujnik zbliżeniowy. Działanie tego czujnika polega na zablokowaniu możliwości ładowania baterii kondensatorów oraz wygenerowania strzału w momencie gdy czujnik nie jest zbliżony do metalu.

Można na tym mechanizmie zbudować zabezpieczenie włączenia zasilacza od osłony (parawanu) metalowego.

Gdy czujnik nie jest wykorzystywany styki złącza powinny być zwarte odpowiednią (załączoną) zaślepką. Złącze wraz z kablem i czujnikiem pokazano na zdjęciu obok.



Podobny mechanizm blokowania strzału zamontowano w komorze elementów kształtujących. Otwarcie komory uniemożliwi rozpoczęcie ładowania kondensatorów oraz oddanie strzału. Blokady w tej komorze nie można wyłączyć. W komorze tej zamontowano również mechanizm służący do zwierania baterii kondensatorów. W momencie otwarcia pokrywy następuje zwolnienie miedzianej zwory i zamknięcie obwodu zwierającego.

Uwaga: otwarcia komory elementów kształtujących można dokonać tylko po rozładowaniu baterii kondensatorów.

W centralnej części rozdzielnicy zamontowano wyświetlacz LCD i klawiaturę numeryczną jak na zdjęciu obok.



W pierwszej linii wyświetlacza przedstawiono napięcie mierzone baterii kondensatorów oraz napięcie zadane w kilowoltach.

Druga linia zawiera prąd strony pierwotnej transformatora oraz prąd zadany w amperach.

Trzecia linijka to ilość aktualnie oddanych strzałów oraz ilość zadanych strzałów.

Czwarta linijka zawiera informacje o trybie i stanie zasilacza.

Tryb może mieć dwie wartości:

- SEKW – sekwencyjny;
- AUTO – automatyczny.

Stan może mieć wartości:

- STANDBY – oczekiwanie;
- LADOW – ładowanie;
- ODLACZ – odłączanie;
- STRZAL – strzał;
- ZALACZ – załączanie;
- ROZLAD – rozładowywanie.

Klawiatura numeryczna umożliwia wprowadzanie wartości zadanych: napięcia, prądu i ilości strzałów. Przyjęto zasadę, że naciśnięcie klawiszy SHIFT i F1 (najpierw SHIFT później F1) włącza tryb wprowadzania napięcia zadanego U_z . Naciśnięcie klawiszy SHIFT i F2 włącza tryb wprowadzania prądu zadanego I_z , zaś naciśnięcie klawiszy SHIFT i F3 włącza tryb wprowadzania zadanej ilości strzałów N_z .

Tryb wprowadzania zmiennej sygnalizowany jest pojawieniem się kursora.

Elementy kształtujące impuls

Do zasilacza standardowo dołączono kilka elementów do kształtowania wyładowania. Przyłącza elementów RLC pasują do przyłączy w komorze kształtowania impulsu.

Opornik R1



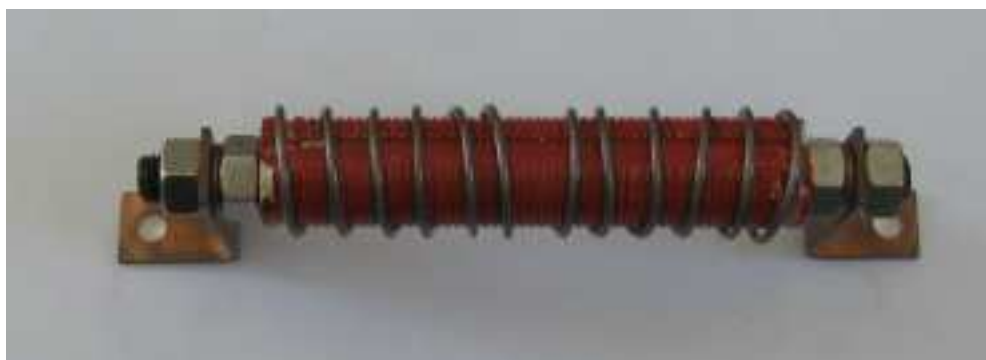
Opornik zaprojektowano jako nawinięte na rdzeniu ceramicznym zwoje z drutu oporowego (kanthalu D Ø3mm). Dla wyeliminowania indukcyjności połowę zwojów nawinięto w jedną stronę, a połowę w drugą.

Ilość zwojów: 6;

Oporność zaprojektowana: $R=135.7\text{m}\Omega$;

Moc ciągła: $P=300\text{W}$.

Opornik R2



Opornik zaprojektowano jako nawinięte na rdzeniu ceramicznym zwoje z drutu oporowego (kanthalu D Ø3mm). Dla wyeliminowania indukcyjności połowę zwojów nawinięto w jedną stronę, a połowę w drugą.

Ilość zwojów: 12;

Oporność zaprojektowana: $R=271.3\text{m}\Omega$;

Moc ciągła: $P=300\text{W}$.

Cewka L1



Cewkę zaprojektowano jako nawinięte na rdzeniu ceramicznym zwoje z drutu miedzianego (4mm^2). Wewnętrzny rdzeń wykonano z materiału niemagnetycznego (teflon).

Ilość zwojów: 16;

Indukcyjność projektowa: $L=2.048\mu\text{H}$;

Oporność pasywna: $R=9.1\text{m}\Omega$.

Kondensator C1



Model pojemności dobrano jako szeregowe połączenie dwóch kondensatorów o napięciu znamionowym 6kV każdy.

Pojemność baterii kondensatorów: $C=0.11\mu\text{F}$.

Algorytmy pracy

W zasilaczu przewidziano dwa różne tryby pracy: sekwencyjny i automatyczny. Oba te tryby mogą być modyfikowane zgodnie z ustawieniem przełącznika ODŁĄCZANIE.

W trybie sekwencyjnym i automatycznym wyróżniono następujące stany:

- oczekiwanie (standby);
- ładowanie;
- odłączanie;
- strzał;
- załączanie;
- rozładowywanie;
- oczekiwanie (standby).

W trybie sekwencyjny przejście z jednego stanu do następnego następuje tylko po wciśnięciu przycisku START. W trybie automatycznym każde przejście jest zdeterminowane warunkami wewnętrznymi (np. naładowaniem baterii kondensatorów) ale generalnie odbywa się bez udziału operatora.

Załączenie przełącznika ODŁĄCZANIE powoduje, że wszystkie powyższe stany są aktywne, wyłączenie go powoduje, że stany odłączanie i załączanie nie biorą udziału w całym cyklu (są pomijane). Wtedy tabela stanów wygląda następująco:

- oczekiwanie (standby);
- ładowanie;
- strzał;
- rozładowywanie;
- oczekiwanie (standby).

Po podłączeniu komputera z oprogramowaniem sterującym aktualny stan jest wyświetlany na monitorze.

W trybie sekwencyjnym każdy cykl kończy się stanem standby. Sekwencja jest więc taka (przejście do następnego strzału następuje po naciśnięciu przycisku):

standby → ładowanie → odłączanie → strzał → załączanie → rozładowywanie → standby

W trybie automatycznym można zaprogramować ponadto jeszcze ilość strzałów. Po wykonaniu zadanej ilości strzałów cykl kończy się stanem standby. Przykładowa sekwencja dla zadanej ilości strzałów równych dwa jest więc taka (przejście do następnego strzału następuje automatycznie po spełnieniu odpowiednich warunków):

standby → ładowanie → odłączanie → strzał → załączanie → ładowanie → odłączanie → strzał → załączanie → rozładowywanie → standby

Stan oczekiwania (standby)

Jest to stan stabilny. Zasilacz nie może sam wyjść z tego stanu. Uaktywnia się automatycznie po włączeniu zasilania. W tym stanie odłączone są wszystkie urządzenia wykonawcze. Działają tylko pomiary.

W obu trybach (sekwencyjnym i automatycznym) po przejściu wszystkich stanów sterownik wraca do stanu oczekiwania.

Stan ładowania

W tym stanie następuje uaktywnienie układów ładowania baterii kondensatorów. Sterownik automatycznie utrzymuje zadany prąd ładowania i zadane napięcie. W początkowej fazie ładowany jest również układ wyzwalania ignitrona.

W trybie sekwencyjnym przejście do następnego stanu nastąpi po naciśnięciu przycisku START, zaś w trybie automatycznym po osiągnięciu napięcia zadanego.

Stan odłączania

Stan ten bierze udział w cyklu tylko gdy włączony jest przełącznik ODŁĄCZANIE. Jeśli jest wyłączony stan ten jest pomijany.

W tym stanie odłączane są styczniki wejściowe ST1 i ST2. Styczniki te odłączają linie zasilające (L i N) od całego zasilacza. Podtrzymanie pracy układów w tym stanie następuje z wewnętrznej baterii kondensatorów. Czas podtrzymania wynosi około 3s. Po tym czasie jeśli nie nastąpi ponowne załączenie styczników zasilacz się wyłączy.

W trybie sekwencyjnym przejście do następnego stanu nastąpi po naciśnięciu przycisku START, zaś w trybie automatycznym po czasie 0.5s. Czas ten jest potrzebny na pełne zadziałanie styczników (wg. pomiarów ok. 0.3s).

Stan strzału

Tuż przed wyzwoleniem ignitrona odłączane są układy ładowania kondensatora i wyzwalacz. A następnie następuje podanie impulsu prądowego na igniter, co skutkuje zapoczątkowaniem wyładowania łukowego w ignitronie. Po zapoczątkowaniu wyładowania nie ma możliwości przerwania go. Wyładowanie trwa do momentu zmniejszenia napięcia między katodą i anodą ignitrona do wartości przy której samoczynnie gaśnie łuk (około 100V).

W trybie sekwencyjnym przejście do następnego stanu nastąpi po naciśnięciu przycisku START, zaś w trybie automatycznym po czasie 0.1s.

Stan załączania

Stan ten bierze udział w cyklu tylko gdy włączony jest przełącznik ODŁĄCZANIE. Jeśli jest wyłączony stan ten jest pomijany. W tym stanie załączane są styczniki wejściowe ST1 i ST2. Styczniki te przywracają zasilanie (linie L i N) od całego urządzenia.

W trybie sekwencyjnym przejście do następnego stanu nastąpi po naciśnięciu przycisku START, zaś w trybie automatycznym po czasie 0.1s.

Stan rozładowania

W tym stanie do baterii kondensatorów dołączany jest opornik rozładowujący co powoduje stopniowe rozładowanie baterii.

W trybie sekwencyjnym przejście do następnego stanu nastąpi po naciśnięciu przycisku START, zaś w trybie automatycznym po 0.1s jeśli następnym stanem jest ładowanie lub po rozładowaniu baterii do napięcia mniejszego niż 100V jeśli następnym stanem jest standby.

Pomiary

Podczas wewnętrznych (zakładowych) prób zdawczo-odbiorczych wykonano sprawdzenie podstawowych parametrów zasilacza wysokonapięciowego. Pomiary wykonywano certyfikowanego przetwornika (cewki) Rogowskiego typu CWT 300B o numerze seryjnym 22209-20751, rejestrowano zaś na oscyloskopie pomiarowym GWINSTEK GDS-3254 o numerze seryjnym EL162504. Próby wykonywano w warunkach normalnych przy temperaturze otoczenia 22°C i wilgotności powietrza 61%.

Ustawienia przyrządu pomiarowego: 1V=10kA.

Oznaczenia:

Un – napięcia strzału;

Rw – rezystancja opornika kształtującego;

Lw – indukcyjność cewki kształtującej;

RLw – rezystancja pasożytnicza cewki kształtującej;

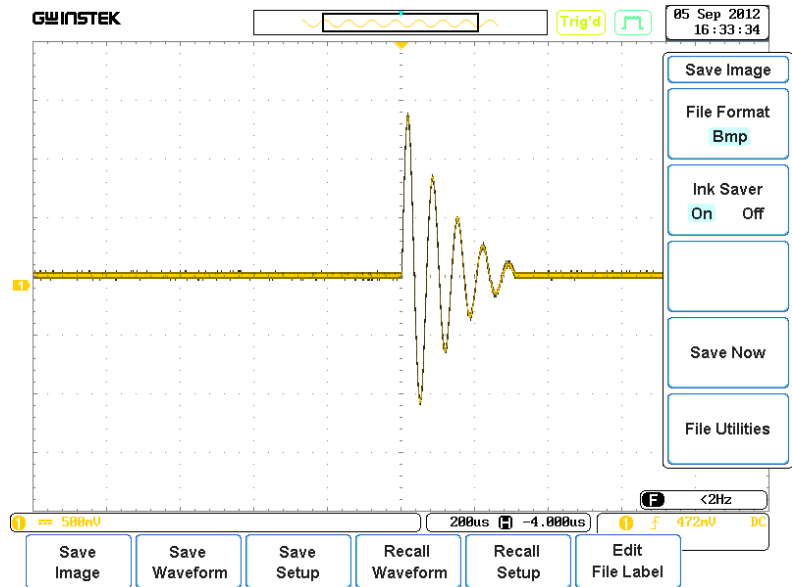
Cw – wartość pojemności kształtującej.

Próby wydajności prądowej zasilacza

Próba nr 80

$U_n=2\text{kV};$
 $R_w=0\Omega;$
 $L_w=0\mu\text{H};$
 $C_w=0\mu\text{F};$

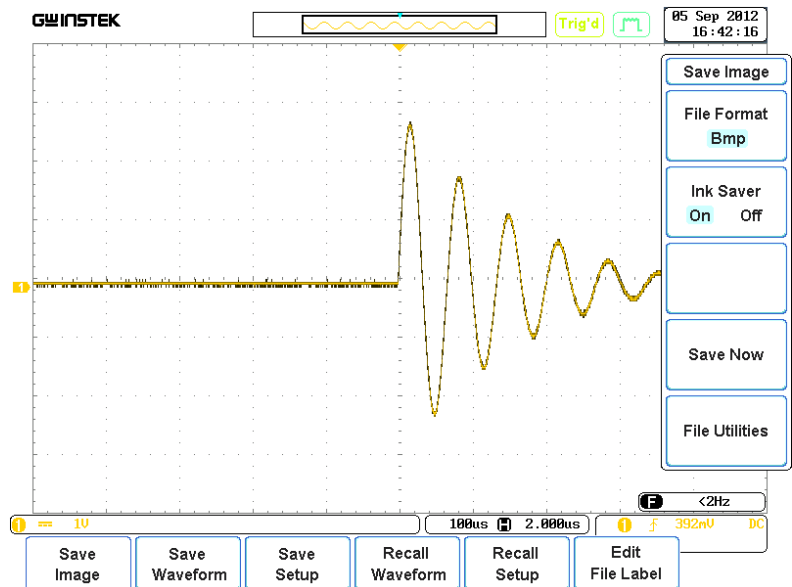
Uwagi: założona zwora na
wyjściu.
Plik: DS0080.BMP



Próba nr 82

$U_n=4\text{kV};$
 $R_w=0\Omega;$
 $L_w=0\mu\text{H};$
 $C_w=0\mu\text{F};$

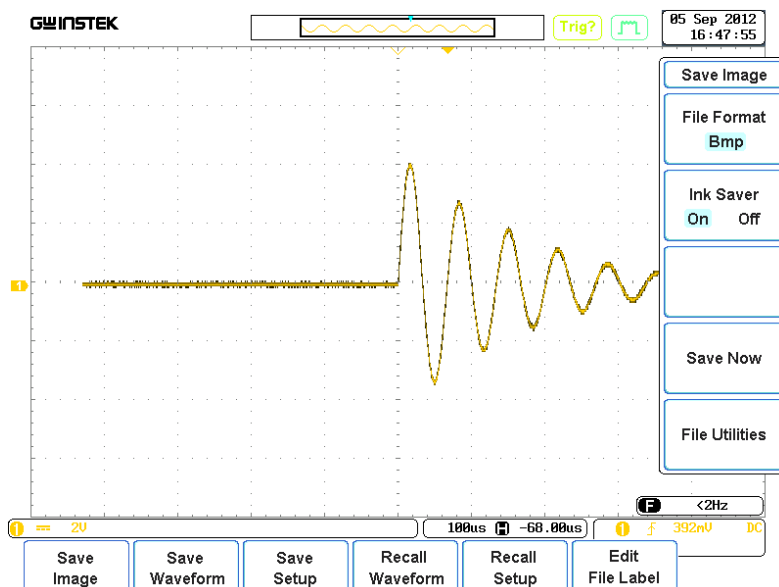
Uwagi: założona zwora na
wyjściu.
Plik: DS0082.BMP



Próba nr 84

$U_n=6\text{kV}$;
 $R_w=0\Omega$;
 $L_w=0\mu\text{H}$;
 $C_w=0\mu\text{F}$;

Uwagi: założona zwora na wyjściu.
Plik: DS0084.BMP

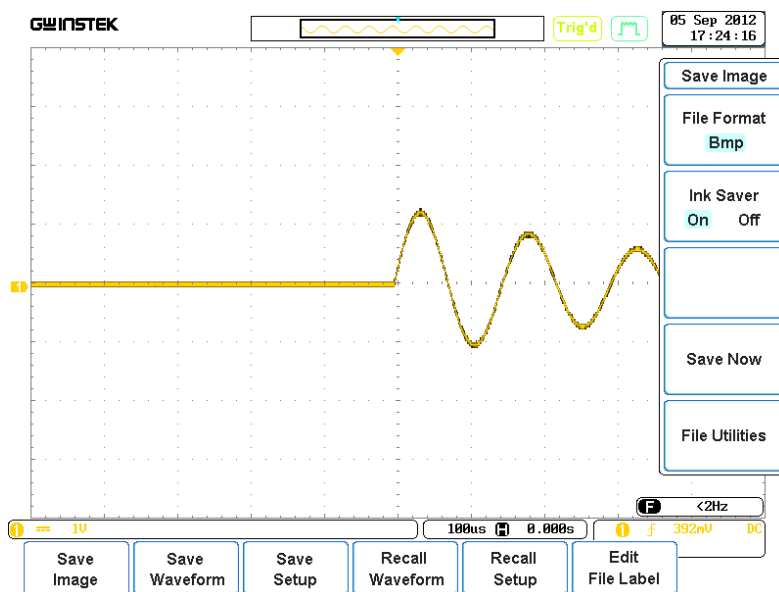


Próby stanowisk badawczych

Próba nr 87

$U_n=4\text{kV}$;
 $R_w=0\Omega$;
 $L_w=0\mu\text{H}$;
 $C_w=0\mu\text{F}$;

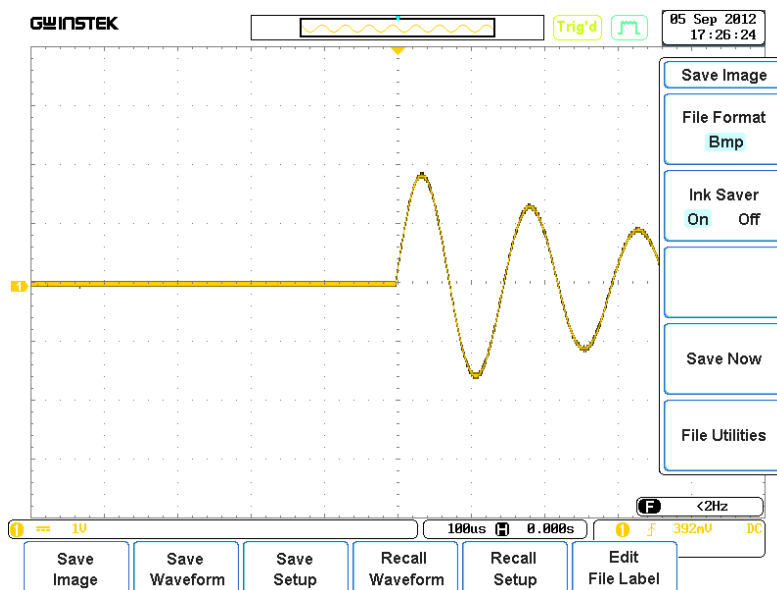
Uwagi: podłączone stanowisko do badań impulsowych nr 1
Plik: DS0087.BMP



Próba nr 88

$U_n=6\text{kV}$;
 $R_w=0\Omega$;
 $L_w=0\mu\text{H}$;
 $C_w=0\mu\text{F}$;

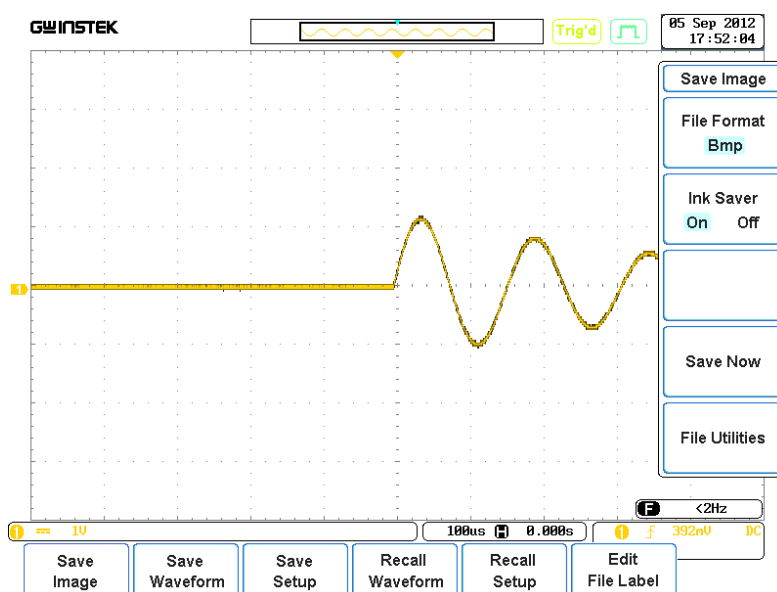
Uwagi: podłączone stanowisko
do badań impulsowych nr 1
Plik: DS0088.BMP



Próba nr 90

$U_n=4\text{kV}$;
 $R_w=0\Omega$;
 $L_w=0\mu\text{H}$;
 $C_w=0\mu\text{F}$;

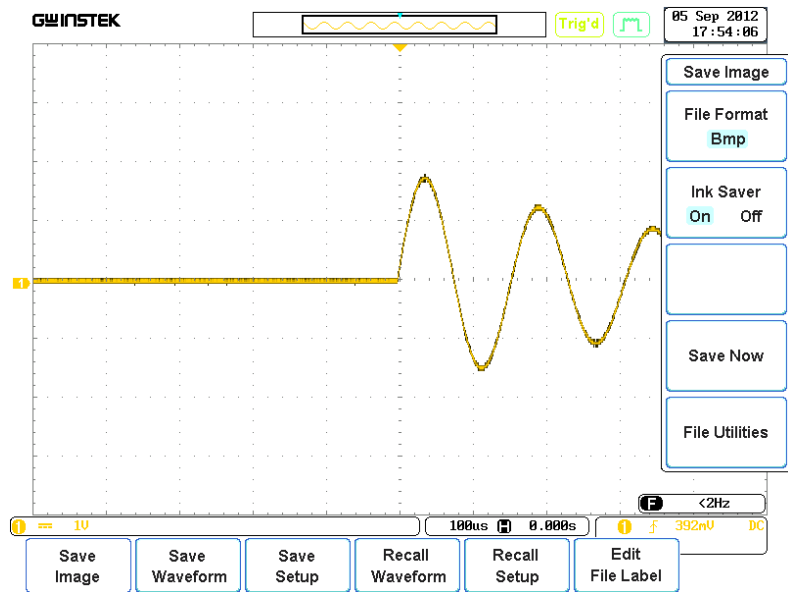
Uwagi: podłączone stanowisko
do badań impulsowych nr 2
Plik: DS0090.BMP



Próba nr 91

$U_n = 6\text{kV}$;
 $R_w = 0\Omega$;
 $L_w = 0\mu\text{H}$;
 $C_w = 0\mu\text{F}$;

Uwagi: podłączone stanowisko
do badań impulsowych nr 2
Plik: DS0088.BMP

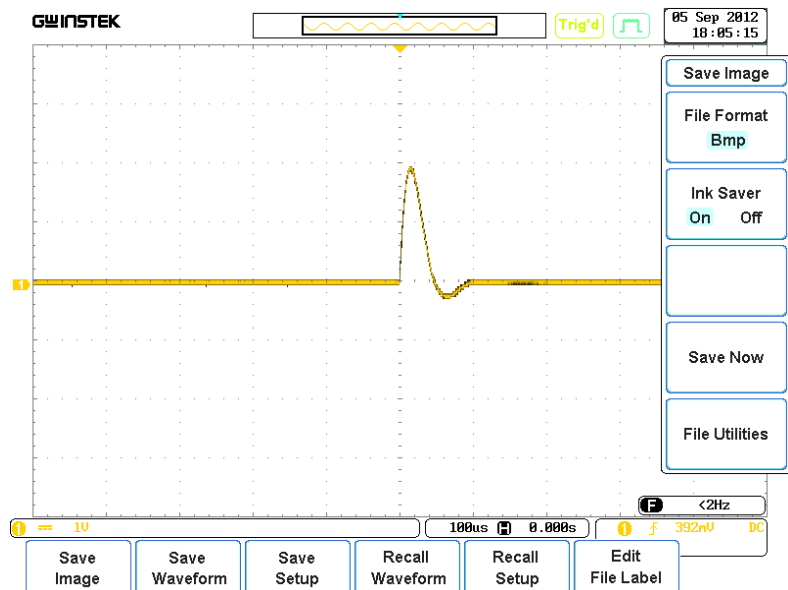


Próby kształtowania impulsu

Próba nr 93

$U_n = 6\text{kV}$;
 $R_w = 135.7\text{m}\Omega$;
 $L_w = 0\mu\text{H}$;
 $C_w = 0\mu\text{F}$;

Uwagi: założona zwora na
wyjściu
Plik: DS0093.BMP



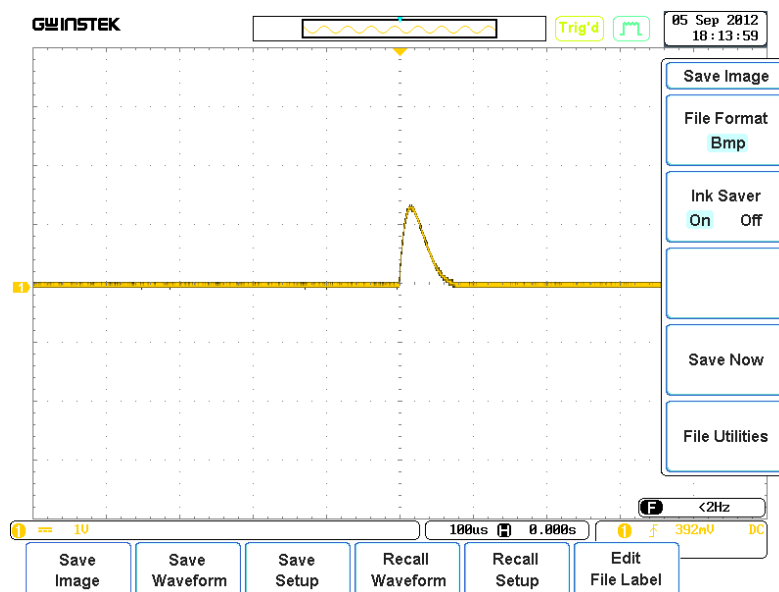
Na zdjęciu obok połączenia
elementów podczas próby.



Próba nr 95

$U_n = 6\text{kV}$;
 $R_w = 271.3\text{m}\Omega$;
 $L_w = 0\mu\text{H}$;
 $C_w = 0\mu\text{F}$;

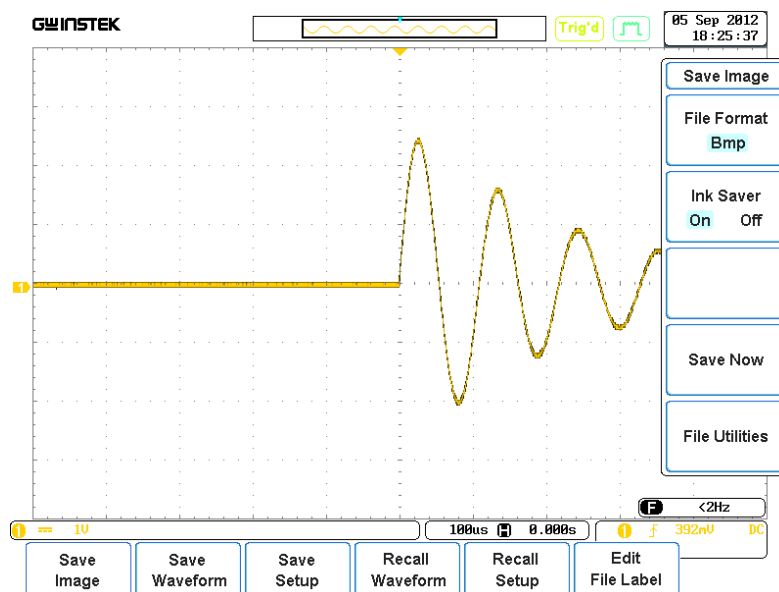
Uwagi: założona zwora na
 wyjściu
 Plik: DS0095.BMP



Próba nr 97

$U_n = 6\text{kV}$;
 $R_w = 0\Omega$;
 $L_w = 2.048\mu\text{H}$;
 $R_{Lw} = 9.12\text{m}\Omega$;
 $C_w = 0\mu\text{F}$;

Uwagi: założona zwora na
 wyjściu
 Plik: DS0097.BMP



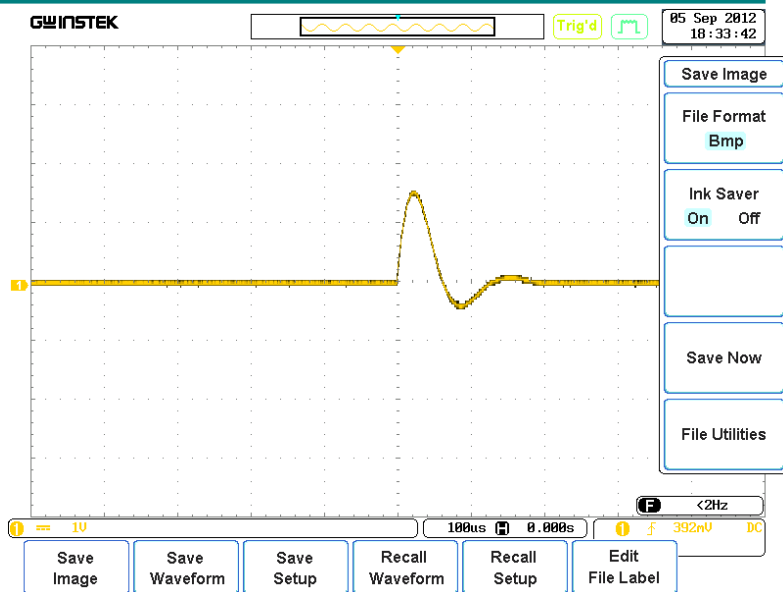
Na zdjęciu obok połączenie elementów podczas próby.



Próba nr 99

$U_n = 6\text{kV}$;
 $R_w = 135.7\text{m}\Omega$;
 $L_w = 2.048\mu\text{H}$;
 $R_{Lw} = 9.12\text{m}\Omega$;
 $C_w = 0.11\mu\text{F}$;

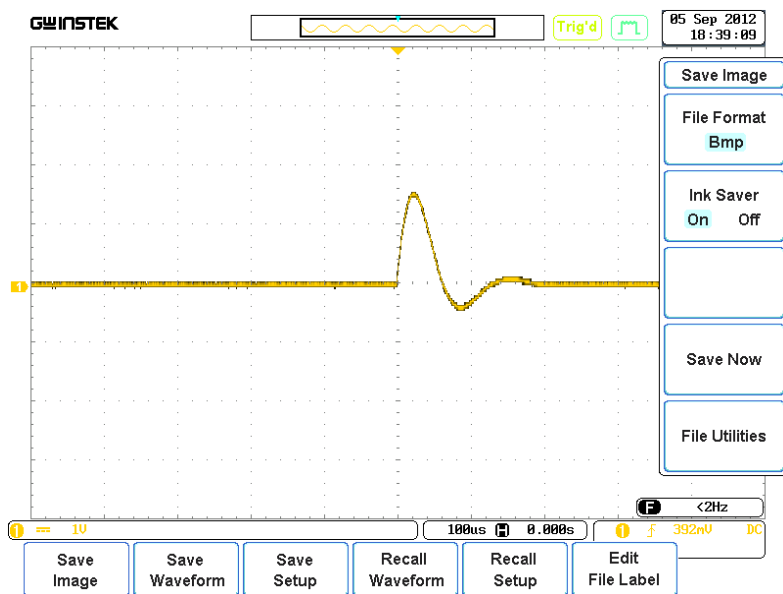
Uwagi: założona zwora na
 wyjściu
 Plik: DS0099.BMP



Próba nr 101

$U_n = 6\text{kV}$;
 $R_w = 135.7\text{m}\Omega$;
 $L_w = 2.048\mu\text{H}$;
 $R_{Lw} = 9.12\text{m}\Omega$;
 $C_w = 0\mu\text{F}$;

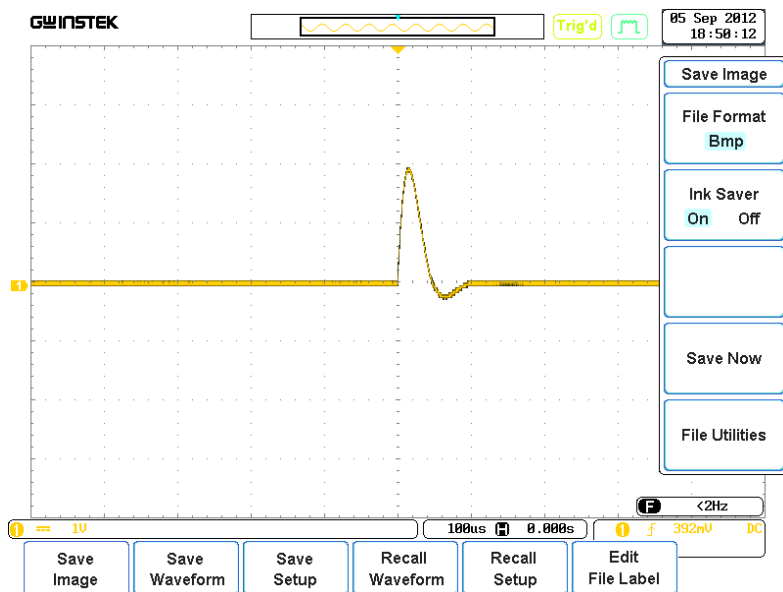
Uwagi: założona zwora na
 wyjściu
 Plik: DS0101.BMP



Próba nr 103

$U_n=6kV$;
 $R_w=135.7m\Omega$;
 $L_w=0\mu H$;
 $C_w=0.11\mu F$;

Uwagi: założona zwora na
wyjściu
Plik: DS0103.BMP



Na zdjęciu obok połączenie elementów podczas próby.

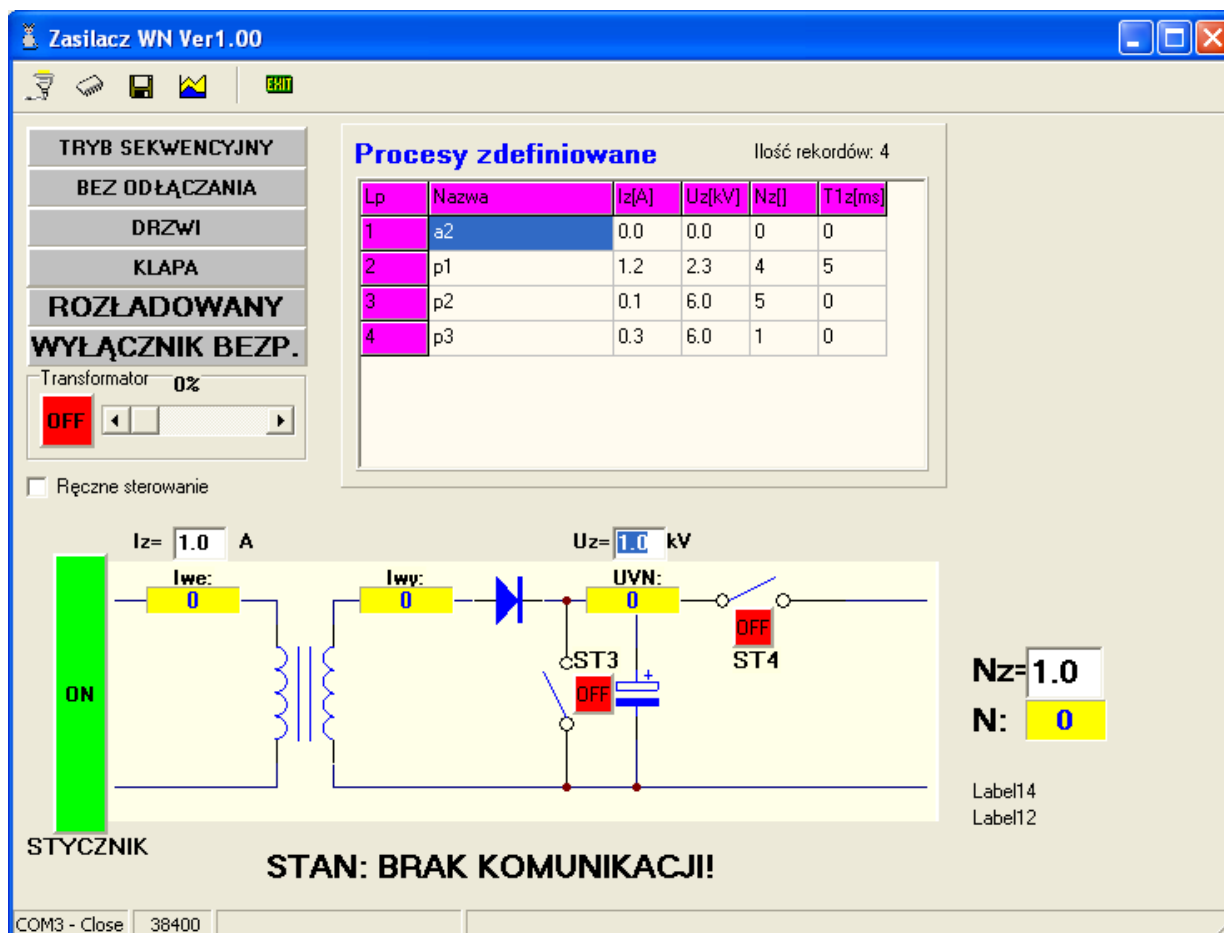


Opis programu narzędziowego „WN”

Okno główne

Po włączeniu urządzenia i podłączonego doń komputera poprzez kable światłowodowe należy uruchomić program WN.EXE.

Okno widoczne na ekranie wygląda jak na rysunku poniżej:

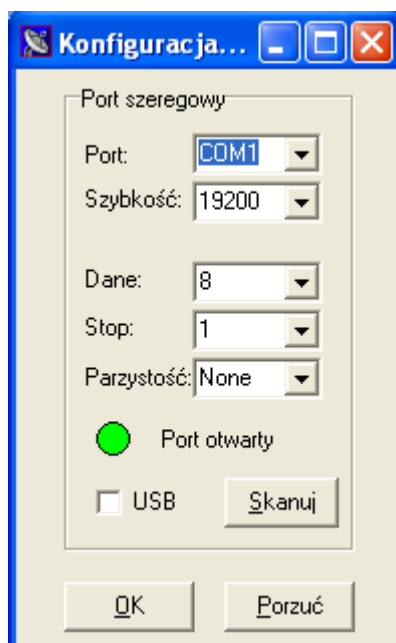


W górnym pasku ikon dostępne są szczegółowe ustawienia programu i niektóre komendy. Omówiono je w kolejności ustawienia w programie.

Konfiguracja portu szeregowego

Okno to pozwala na ustawienie wszystkich potrzebnych parametrów portu szeregowego do komunikacji ze sterownikiem.

Po aktywacji okno wygląda następująco:



Kolor lampki w oknie ustawień portu określa poprawność konfiguracji i otwartość portu.

Możliwe są następujące ustawienia parametrów:

Port - określa numer portu, do jakiego podłączony jest sterownik tarcz. Można ustawiać następujące wartości: NONE, COM1, COM2, COM3, COM4. Po wciśnięciu przycisku OK następuje automatyczna próba otwarcia ustawionego portu i w przypadku niepowodzenia wyświetlany jest odpowiedni komunikat. Aktualny numer i stan otwarcia portu wyświetlane są w linii paska informacyjnego.

Szybkość - określa szybkość portu w bitach/sekundę. Możliwe są ustawienia: 110, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 28800, 38400, 56000, 57600, 115200, 128000, 256000. Uwaga: nie wszystkie układy UART akceptują wszystkie podane wyżej szybkości.

Dane - określa długość słowa danych. Możliwe są ustawienia: 4, 5, 6, 7, 8 bitów. Uwaga: nie wszystkie układy UART akceptują długość 4.

Stop - określa ilość bitów stopu. Możliwe ustawienia: 1, 1.5, 2 bity stopu. Uwaga: nie wszystkie układy UART akceptują długość 1.5.

Parzystość - określa rodzaj kontroli parzystości. Możliwe ustawienia: Even, None, Odd, Space (zachowano oryginalną pisownię).

Standardowe ustawienia wymagane przez sterownik to 38400, 8, 1, N.

Diagnostyka

Okno to jest oknem serwisowym i służy do podglądu paczek wysyłanych i odbieranych przez sterownik.

Zapis danych

Jest to funkcja wstawiona do programu z myślą o przyszłościowym wykorzystaniu. Planowane jest włączenie w program przystawki oscyloskopowej do zbierania danych związanych w przebiegiem impulsu prądowego.

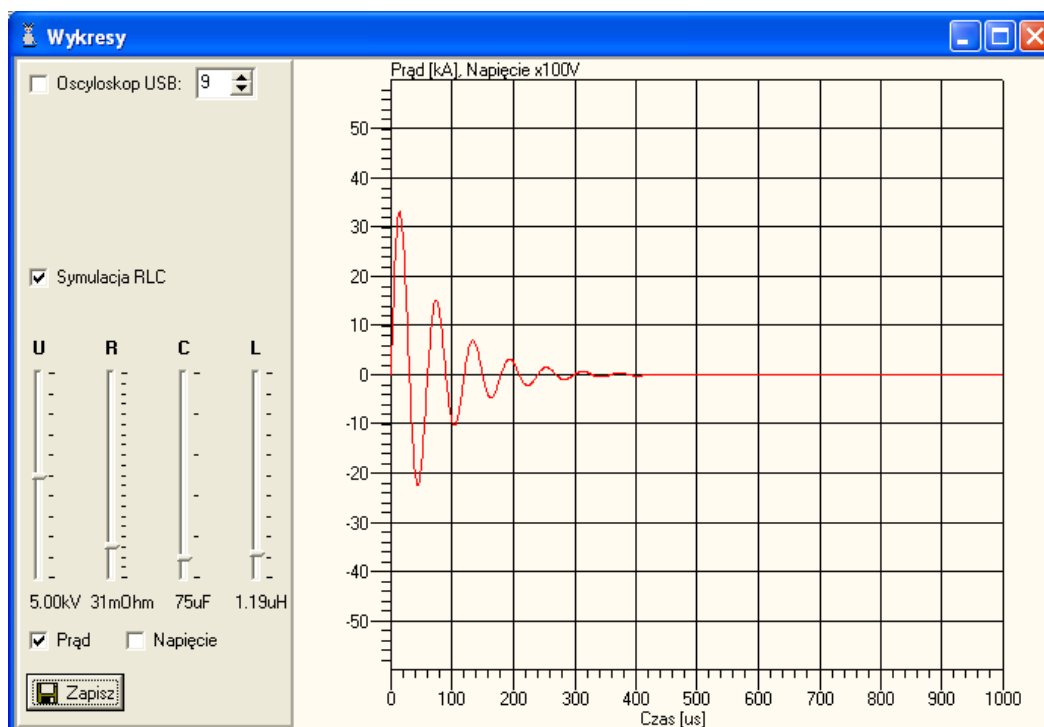
Po naciśnięciu tej ikonki wszystkie zarejestrowane dane są zapisywane na plik dyskowy o nazwie „daneyymmddhhnn.txt”. Gdzie yy oznacza rok zapisu, mm miesiąc, dd dzień, hh godzinę i nn minutę.

Zapis następuje bez kontroli nadpisywania, tzn. że po każdym zapisie należy zmienić nazwę pliku z danymi. Przykładowo plik o nazwie Dane1010091345.txt został zarejestrowany o godz. 13.45 09.10.2010r.

W wersji 1.0 programu funkcja ta jest wyłączona.

Wykresy czasowe

Kolejna ikonka służy do włączania wykresów czasowych. Po uaktywnieniu jej pojawia się okienko jak na poniższym rysunku.



Okno jest podzielone na dwie części. Lewy panel służy do włączania rysowania poszczególnych przebiegów oraz sterowania parametrami. Prawa część przedstawia wykres właściwy.

Symulacja RLC jest funkcją programu, która rozwiązuje układ równań różniczkowych odpowiadający zamknięciu obwodu szeregowo połączonych elementów RLC. Przy następujących warunkach początkowych: pojemność C jest naładowana do napięcia U, przez indukcyjność L nie płynie żaden prąd.

Układ taki odpowiada (przy założeniach upraszczających) schematowi głównemu zasilacza (bez podłączonych elementów kształtujących impuls). Użytkownik ma możliwość obserwacji prądu płynącego w obwodzie i napięcia na kondensatorze. Może też zmieniać warunek początkowy napięcia (do 10kV) oraz poszczególne parametry obwodu. Po włączeniu programu parametry te ustawione są na rzeczywiste wartości, zmierzone (oszacowane) w opisywanym zasilaczu.

W programie zaimplementowano też procedury obsługi oscyloskopu cyfrowego. Program umożliwia odczyt danych z tego urządzenia i wrysowanie przebiegu w odpowiedniej skali na wykresie.

Elementy informacyjne okna głównego

W programie umożliwiono podgląd stanu zasilacza. Różne stany sygnalizowane są w programie podświetlaniem odpowiadającym im paneli (rys. obok).

W kolejności od góry umieszczono:

Tryb sekwencyjny/automatyczny – stan tego panela odpowiada stanowi odpowiadającego mu przełącznika na rozdzielniczy;

Bez odłączania – stan tego panela odpowiada stanowi odpowiadającego mu przełącznika na rozdzielniczy;

Drzwi otwarte/zamknięte – stan tego panela odpowiada stanowi wyłącznika krańcowego zamknięcia drzwi.

Kłapa otwarta/zamknięta – stan tego panela odpowiada stanowi wyłącznika krańcowego zamknięcia klapy elementów kształtujących.

Rozładowany/naładowany – stan tego panela odpowiada stanowi lampki ostrzegawczej zainstalowanej na zasilaczu.

Wyłącznik bezp. – stan tego panela odpowiada stanowi wyłączników bezpieczeństwa w układzie sterowania.

Transformator – panel zawiera elementy kontrolno-sterujące transformatorem WN. Kontrolka wskazuje włączenie wewnętrznych układów zasilania transformatora, zaś wartość liczbowa jest to arbitralna wartość związana z mocą przekazywaną.



Baza procesów

Program umożliwia zdefiniowanie do 100 procesów. Każdy proces składa się z prądu zadanego (I_z), napięcia zadanego (U_z), zadanej ilości strzałów (N_z), czwartego pola przewidzianego do przyszłych zastosowań ($T1$) oraz z nazwy.

Procesy zdefiniowane Ilość rekordów: 4

Lp	Nazwa	I_z [A]	U_z [kV]	N_z	$T1z$ [ms]
1	test1	1.2	2.3	4	5
2	test2	0.0	0.0	0	0
3	test3	0.1	6.0	5	0
4	test5	0.3	6.0	1	0

Zmiana wartości procesu polega na zmianie odpowiedniego pola w tabeli. Program zapisze zmienioną wersję na dysk, a po następnym uruchomieniu odczyta ją.

Prawy przycisk myszy (gdy pozycja kursora znajduje się na tabeli procesów) włącza opcje wyboru:

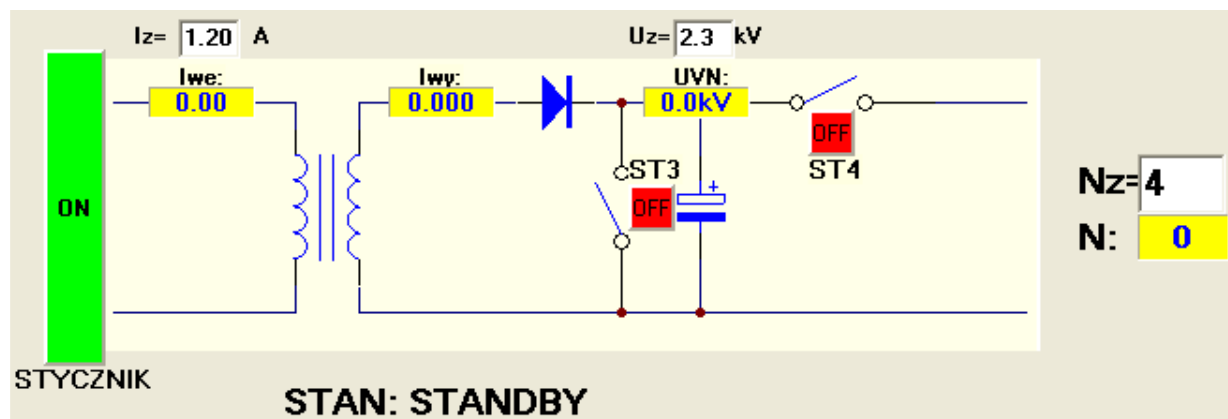
- kasuj - całkowite skasowanie rekordu (procesu);
- wstaw - wstawia nowy rekord (proces);

- sortuj - program automatycznie sortuje rekordy (procesy) po nazwie.

Dwukrotne kliknięcie lewy przyciskiem myszy na procesie ustawia go w oknie głównym programu i transmituje do sterownika zasilacza.

Stan zasilacza

W oknie głównym, pokazano też aktualny stan zasilacza - jest to część pokazana na poniższym rysunku.



Białe pola edycyjne służą do wprowadzania wartości zadanych: prądu strony pierwotnej, napięcia baterii kondensatorów i ilości strzałów. Pola żółte są to pola odczytu zmierzonych wartości z zasilacza. Są to: prąd strony pierwotnej, prąd strony wtórnej, napięcie baterii kondensatorów, aktualna ilość strzałów.

Na rysunku tym występują też trzy panele (przyciski): Stycznik, ST3 (rozładowywanie), ST4 (strzał).

W stanie Stabdry można poprzez kliknięcie na każdym z tych przycisków zmienić jego stan (z włączonego na wyłączony a z wyłączzonego na włączony). W każdym innym stanie niż stan oczekiwania sterowanie tymi przyciskami z programu jest blokowane.

Pod schematem zasilacza wyświetlany jest stan urządzenia. Stan ten może przyjmować następujące wartości:

- oczekiwanie (standy);
- ładowanie;
- odłączanie;
- strzał;
- załączanie;
- rozładowywanie.

Wszystkie wartości są aktualizowane z częstotliwością 10Hz.

Instrukcja użytkowania

Instrukcja bezpieczeństwa i higieny pracy

Maszyna powinna być ustawiona w miejscu zapewniającym wygodną obsługę i dostęp do przyłączy elektrycznych, komory kształtowania impulsu oraz do rozdzielnicy elektrycznej. Podłączając urządzenie do sieci zasilającej należy zabezpieczyć obsługującego przed porażeniem prądem elektrycznym poprzez prawidłowe zerowanie lub uziemianie.

W urządzeniu występują ekstremalnie wysokie napięcia, oraz wysokie temperatury. W czasie pracy zasilacza nie wolno dotykać przyłączy elektrycznych oraz elementów komory kształtowania impulsu.

Wyłączenie układu wyłącznikiem głównym lub wyłącznikiem awaryjnym nie daje pewności rozładowania zasilacza. Otwarcia komory elementów kształtujących można dokonać tylko po rozładowaniu baterii kondensatorów.

W ignitronie występuje wysoka próżnia oraz płynna rtęć. Należy więc zachować szczególną ostrożność przy transporcie zasilacza gdyż ignitron jest wrażliwy na wstrząsy.

Na czas dłuższego wyłączenia zasilacza należy na zaciskach wysokoprądowych założyć zworę.

Wszelkie zauważone w czasie pracy nieprawidłowe działania należy niezwłocznie zgłaszać nadzorowi, przerywając pracę aż do chwili usunięcia usterki.

Ponieważ na zasilaczu występują punkty z wysokim napięciem (przyłącza wysokonapięciowe) włączanie urządzenia może nastąpić tylko w przestrzeni odgradzonej parawanami stałymi (nie bariery fotooptyczne!) i po upewnieniu się, że wszyscy ludzie opuścili strefę zamkniętą.

Zasilacz i dołączone doń stanowiska pomiarowe są podczas pracy źródłem bardzo silnego impulsowego pola magnetycznego i elektrycznego. Pole to może spowodować zakłócenia pracy rozruszników serca, oraz może uszkadzać urządzenia elektroniczne będące w jego okolicy.

Ze względu na warunki pracy ignitrona zaleca się wypoziomowanie zasilacza z dokładnością $\pm 3^\circ$.

Instrukcja obsługi

Obsługa zasilacza polega na podłączeniu do sieci prądu elektrycznego przewodu zakończonych wtyczką oraz uruchomieniu urządzenia za pomocą wyłącznika krzywkowego.

Po upewnieniu się, że bateria kondensatorów jest rozładowana (brak błyskowego światła, pomiar napięcia wskazuje zero) należy otworzyć komorę kształtowania (następuje wtedy zwarcie baterii). Dopiero w tym stanie można podłączyć odbiornik do przyłączy wysokonapięciowych. Odbiorniki można podłączać przewodem o odpowiedniej izolacji napięciowej. Przed przystąpieniem do ładowania baterii należy zamknąć klapę kształtowania impulsu oraz drzwi strefy zamkniętej.

Następnie po ustawieniu wymaganych parametrów impulsu(ów) oraz trybu pracy można włączyć generację impulsu (ów).

Po zakończeniu próby należy upewnić się, że bateria kondensatorów została rozładowana (w trybie automatycznym następuje to samoczynnie, w trybie sekwencyjnym rozładowanie kontroluje operator).

Następnie można wyłączyć urządzenie.

Załączniki

Opis stanowisk do badania odporności na impulsowe pole magnetyczne

Cewka indukcyjna, dołączona do generatora pomiarowego wytwarza natężenie pola odpowiadające wybranemu poziomowi pobierczemu przy określonej jednorodności. Cewka indukcyjna wykonana jest z aluminium; przewodzącego, niemagnetycznego materiału o takim przekroju i rozwiązaniu mechanicznym, które ułatwia jej ustawienie podczas badań. Do wytwarzania pól magnetycznych wykorzystywana jest cewka „jednozwojowa”.

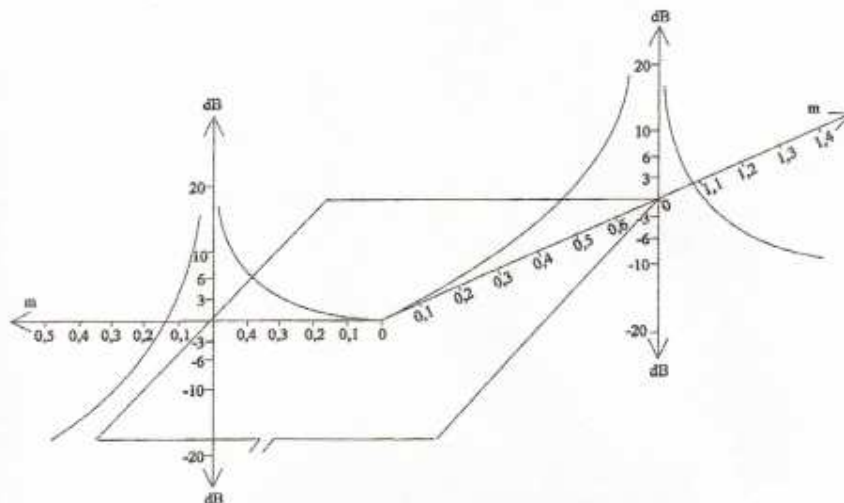
Cewka indukcyjna do badania sprzętu ustawionego na stole



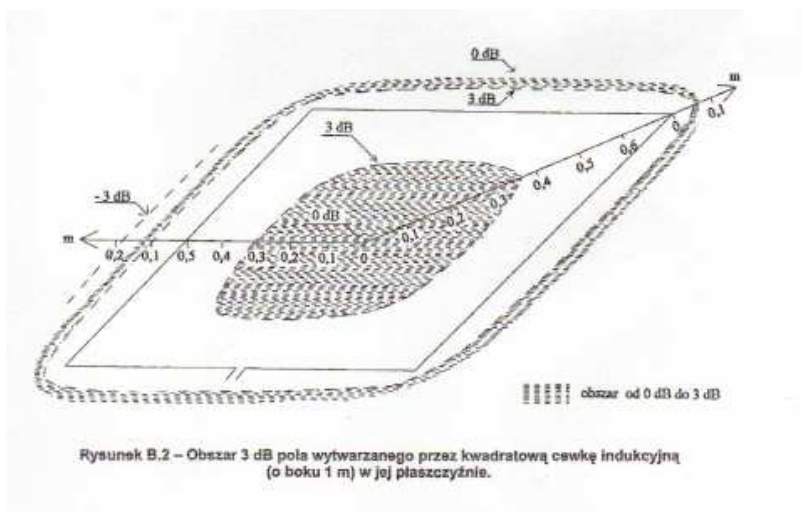
Cewka indukcyjna o znormalizowanych wymiarach do badania małego sprzętu (na przykład monitorów komputerowych, liczników energii elektrycznej, nadajników do sterowania produkcją, itp.) ma postać kwadratu o boku 1 m i wykonana jest z przewodnika o względnie małym przekroju (uwzględniając sztywność konstrukcji).

Objętość przestrzeni pomiarowej dla takiej znormalizowanej cewki kwadratowej wynosi 0,6 m x 0,6 m x 0,5 m (wysokość). Podwójna cewka o znormalizowanych wymiarach (cewka Helmholtza) może być użyta w celu uzyskania jednorodności pola lepszej niż 3 dB lub do badania większego sprzętu. Cewka Helmholtza składa się z dwóch sekcji po 5 zwojów, odpowiednio wzajemnie oddalonych. Objętość przestrzeni pomiarowej dwusekcyjnej cewki o znormalizowanych wymiarach, o odstępach sekcji 0,8 m, przy 3 dB jednorodności pola wynosi 0,6 m x 0,6 m x 1 m (wysokości).

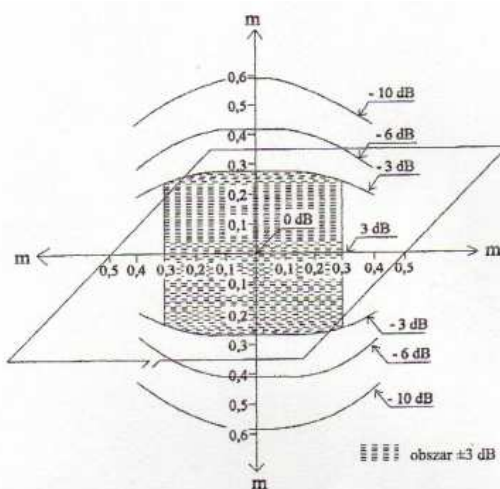
Poniżej zamieszczono wyciąg z normy EN6100-4-9 dotyczący rozkładu pola wytwarzanego przez ww. cewkę.



Rysunek B.1 – Rozkład pola wytwarzanego przez kwadratową cewkę indukcyjną (o boku 1 m) w jej płaszczyźnie.



Rysunek B.2 – Obszar 3 dB pola wytwarzanego przez kwadratową cewkę indukcyjną (o boku 1 m) w jej płaszczyźnie.



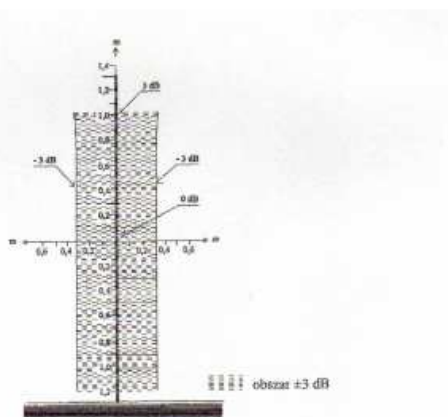
Rysunek B.3 – Obszar 3 dB pola wytwarzanego przez kwadratową cewkę indukcyjną (o boku 1 m) w środkowej płaszczyźnie prostopadłej (składowa prostopadła do płaszczyzny cewki).

Cewka indukcyjna do badania sprzętu ustawionego na podłodze



Cewka indukcyjna stanowiska do badania wysokich przedmiotów wykonana jest z takiego samego materiału co cewka dla stanowiska stołowego. Wymiary cewki zostały odpowiednio zwiększone i tworzy ona prostokąt o bokach 1,3 m x 1 m. Objętość przestrzeni pomiarowej wyznaczona jest przez obszar pomiarowy cewki (60% x 60% każdego boku) pomnożony przez głębokość odpowiadającą 50% krótszego boku cewki.

Poniżej zamieszczono wyciąg z normy EN6100-4-9 dotyczący rozkładu pola wytwarzanego przez ww. cewkę.

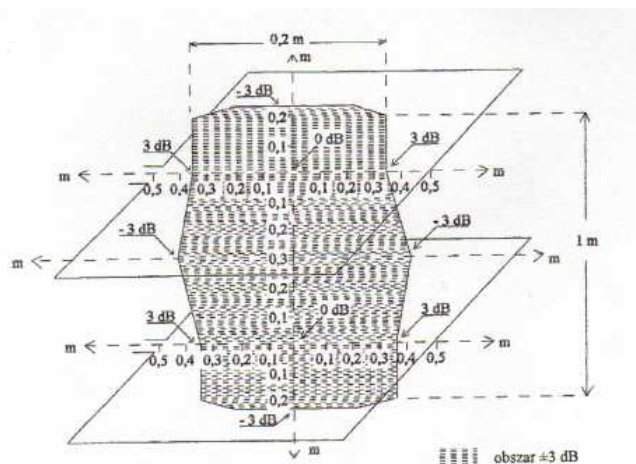


Rysunek 8.8 – Obszar 3 dB pola wytwarzanego przez prostokątną cewkę indukcyjną (1 m x 2,6 m) z płaszczyzną ziemi, w środkowej płaszczyźnie prostopadłej (składowa prostopadła do płaszczyzny cewki).

Cewka Helmholtza

Cewki to dwie cewki ustawione osiowo. Załączone cewki są cewkami kwadratowymi, o boku 1 m i każda z nich posiada po 5 zwojów drutu miedzianego.

Poniżej zamieszczono wyciąg z normy EN6100-4-9 dotyczący rozkładu pola wytwarzanego przez ww. cewkę.



Rysunek B.4 – Obszar 3 dB pola wytwarzanego przez dwie kwadratowe cewki indukcyjne (o boku 1 m) oddalone o 0,6 m, w środkowej płaszczyźnie prostopadłej (składowa prostopadła do płaszczyzn cewek).

Dokumentacja towarzysząca

Spis rysunków technicznych:

0128.0.1.0000	Schemat blokowy zasilacza
0128.0.1.0001	Prostownik 3A 12kV
0128.0.1.0002	Układ sterowania
0128.0.1.0003	Układy pomiarowe
0128.0.1.0005	Wykrywacz 0
0128.0.1.0006	SSR
0128.0.1.0007	Głowica światłowodowa
0128.0.1.0008	Wyzwalacz ignitronu
0128.0.1.0009	Układ gaszący

Karty katalogowe, instrukcje obsługi i świadectwa wzorcowania ważniejszych podzespołów.

Karta katalogowa przetwornika LA 100-P
Karta katalogowa przetwornika Rogowskiego CWT300B/4/300
Instrukcja obsługi przetwornika CWT
Świadectwo kalibracji przetwornika CWT
Świadectwo sprawdzenia ignitrona
Karta katalogowa ignitrona NL7703
Nota aplikacyjna ignitrona NL7703
Karta katalogowa transformatora WN firmy SIET