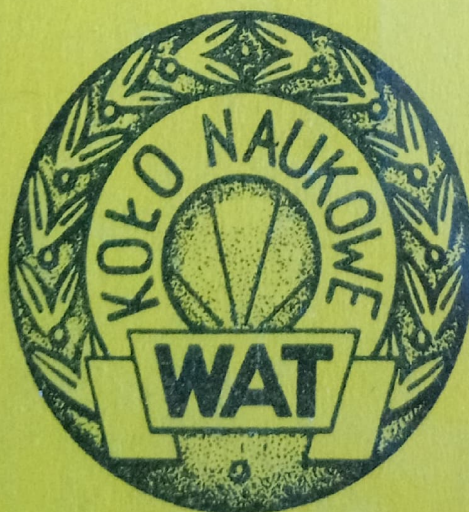


WOJSKOWA AKADEMIA TECHNICZNA
im. Jarosława Dąbrowskiego

WAT wewn. 1891/89

**PRZEGLĄD
PRAC KÓŁ NAUKOWYCH SŁUCHACZY
1988 r.**



WARSZAWA 1989



WSI

Międzynarodowe Sympozjum Nauki
Studentów i Młodych Pracowników
Nauki • Zielona Góra 1988.04.10-12

DYPLOM

dla *Jarosława Żelińskiego*

za zajęcie *I* miejsca w konkursie
na najlepszy referat wygłoszony

na 10 Międzynarodowym
Sympozjum
Naukowym
Studentów
i Młodych
Pracowników
Nauki

PRZEWODNICZĄCY
KOMITETU
ORGANIZACYJNEGO

doc. dr inż. M. Kłapoc

REKTOR

prof. dr hab. M. Eckert

Należy jeszcze dodać, że skonstruowany prototyp zegara pracuje niezawodnie i bardzo stabilnie.

Jarosław ZELINSKI

opiekun naukowy : mgr inż. Zenon ULBIN

URZADZENIE DO BIOSTYMULACJI PROMIENIOWANIEM PODCZERWONYM .

Od niedawna pojawiła się w medycynie nowa metoda terapii - biostymulacja. Znajduje ona zastosowanie w wielu dziedzinach medycyny, a mianowicie w :

- medycynie sportowej,
- dermatologii,
- stomatologii,
- chirurgii,
- fizykoterapii (terapii bólów).

Istota biostymulacji polega na naświetlaniu tkanki promieniowaniem podczerwonym lub widzialnym, którego źródłem jest laser. Rodzaj oddziaływania zależy od długości fali promieniowania i czasu naświetlania. Może to być np. działanie przyspieszające gojenie ran, zrastanie kości, usuwanie bólu. Od długości fali zależy również głębokość wnikania promieniowania w głąb tkanki. W przypadku promieniowania o długości fali 890 nm wynosi ona około 30 mm. Zadaniem było

skonstruowanie urządzenia do biostymulacji promieniowaniem z zakresu bliskiej podczerwieni służącego do terapii bólu. Zalecenia i wymagania jakie musi ono spełniać są następujące :

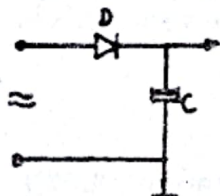
- wymagane w medycynie warunki bezpieczeństwa użytkowania,
- prostota obsługi,
- wykonanie maksymalnie prostego układu zapewniającego jednak założone parametry i niezawodność pracy,
- wyraźny sposób sygnalizacji pracy urządzenia,
- łatwość naprawy,
- źródłem promieniowania ma być laser półprzewodnikowy CQYP 60 emitujący promieniowanie o długości fali 890 nm.

Opis konstrukcji.

Urządzenie składa się z dwóch odrębnych części :

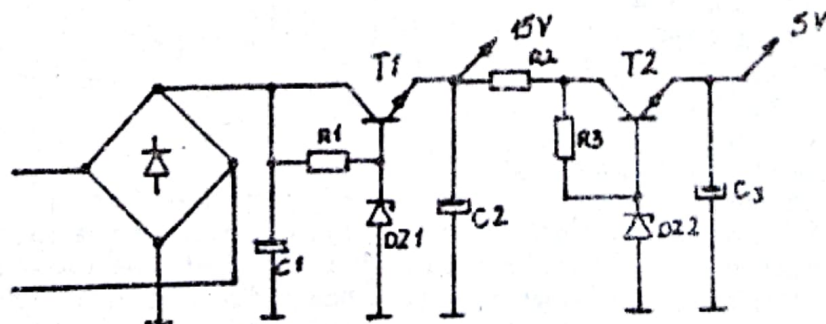
- układu zasilania i sterowania,
- układu zasilania lasera półprzewodnikowego (sonda).

Zasilacz daje trzy napięcia : 5 V, 15 V, ok. 200 V. Dwa pierwsze są stabilizowane. Zasilacz wysokiego napięcia przeznaczony jest do zasilania generatora impulsów prądowych sterującego laser półprzewodnikowy. Jest to prostownik jednopółówkowy, którego napięcie wejściowe dobierane jest przy pomocy odczepu uzwojenia wtórnego transformatora. Jest to konieczne, gdyż napięcie powinno być takie, by zapewniało maksymalne wystawienie lasera z założoną tolerancją zmian napięcia sieci. Trzeba tego dokonać dla każdego egzemplarza gdyż parametry tych laserów są związane z dużym rozrzutem produkcyjnym (ch-ki diody laserowej w dalszej części), i robi się to tylko raz.



Rys.1

Kondensator C ma niewielką wartość (ok. 47 μ F) gdyż pobór prądu z tego zasilacza przebiega w sposób impulsowy z częstotliwością 1 kHz w czasie mniejszym od 1 ms.

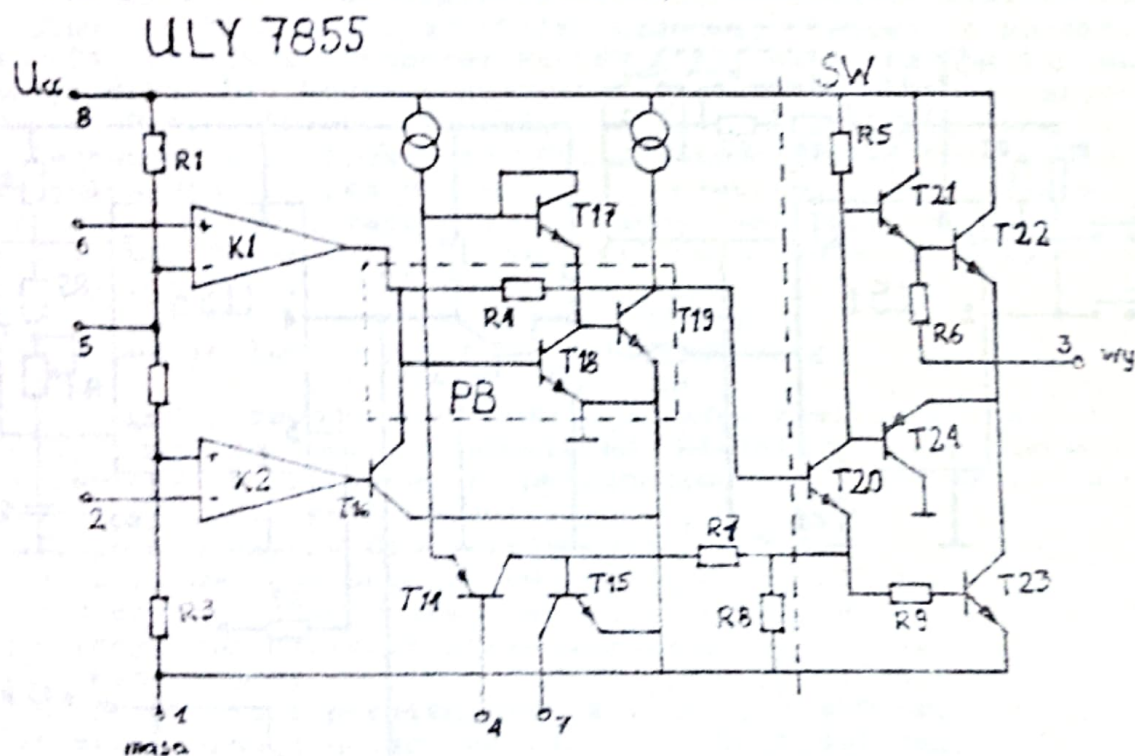


Rys.2 Stabilizator kompensacyjny.

Z prostownika dwupółprzewodnikowego napięcie podawane jest na kondensator filtrujący C1 i na kolektor tranzystora T1 spełniającego funkcję elementu sterującego. Rezystor R1 polaryzuje bazę tranzystora T1 i diodę DZ1. Działanie stabilizatora polega na wykorzystaniu własności wtórniaka emiterowego. Obciążenie tranzystora znajduje się w obwodzie emitera. Dioda DZ1 stanowi źródło napięcia odniesienia. Na emiterze utrzymywane jest napięcie odniesienia pomniejszone o nap. U_{BE} T1. Analogicznie działa stopień na tranzystorze T2. Kondensatory C2, C3 zostały dołączone gdyż pobór prądu z zasilacza odbywa się w sposób impulsowy. Rezystor R2 powoduje zmniejszenie mocy wydzielanej na T2.

Zasadniczą częścią układu sterowania (rys.3) są dwa generatory zbudowane przy użyciu układów scalonych ULY 7855. ULY 7855 jest to uniwersalny układ czasowy pozwalający na budowę:

- multiwibratora monostabilnego,
- multiwibratora astabilnego z możliwością modulacji szerokości impulsu,
- wyżej wymienionych z możliwością bramkowania.



Rys.3 ULY 7855

W układzie można wyróżnić:

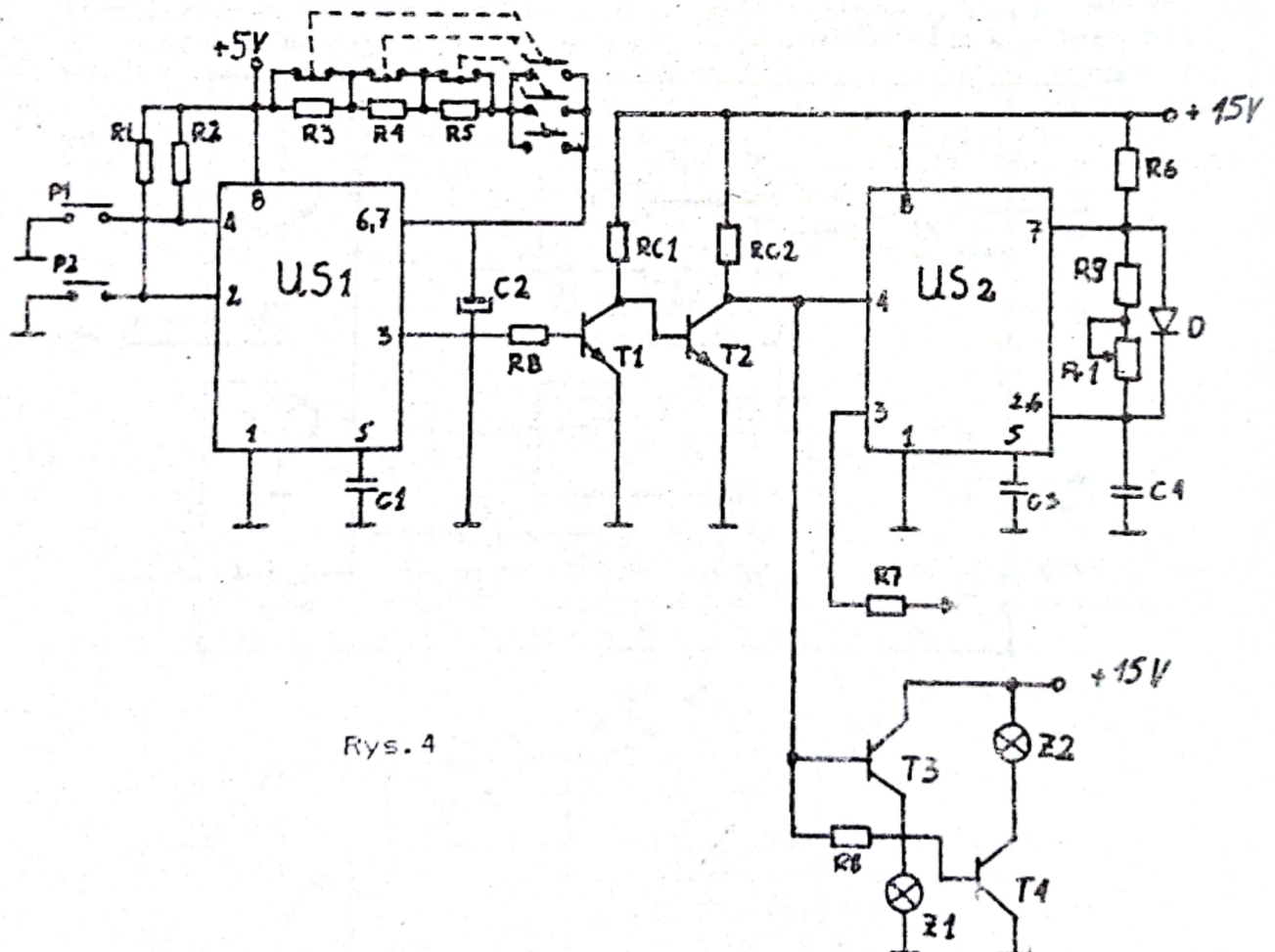
- dwa komparatory napięcia K1, K2,
- przerzutnik bistabilny PB,
- stopień wyjściowy SW.

Komparatory porównują napięcia na wejściach blokowania (6) i wyzwolenia (2) z napięciami ustalonymi na dzielniku R1, R2, R3. Wyjście komparatora K1 steruje bezpośrednio wejście przerzutnika PB. Wyjście komparatora K2 steruje wejście przerzutnika poprzez tranzystor T18, i posiada priorytet nad wyjściem K1. Tranzystor T14, dołączony do bazy tranzystora

T17, przez który płynie prąd kolektora T18 pierwszego stopnia przerzutnika, jest wykorzystywany do zerowania układu. Zerowanie polega na wprowadzeniu T14 w stan nasycenia, co wymusza bezwarunkowo stan wysoki na wyjściu przerzutnika i niski na wyjściu układu (3). Stopień wyjściowy SW stanowią tranzystory T21 - T24 połączone w układ przeciwobny. T21 i T22 połączone są w układ Darlingtona co zapewnia dużą obciążalność wyjścia w stanie wysokim (200 mA). Aby obciążalność wyjścia w stanie niskim była taka sama, wprowadzono dodatkowy tranzystor T24 przyjmujący prąd wpływający (200 mA). Tranzystor T15 służy do rozładowania pojemności dołączonej z zewnątrz. Tranzystory T18, T19 połączone są w układ dwustopniowego wzmacniacza prądu stałego z silnym dodatnim sprzężeniem zwrotnym (R4). Wzmacniacz ten stanowi przerzutnik bistabilny PB sterujący stopień wyjściowy.

Układ ten wykorzystałem do budowy multiwibratora monostabilnego wyzwalającego generator impulsów prądowych sterujący laser.

Układ sterujący.



Rys. 4

Układ odmierzający czas to multiwibrator zbudowany na U51. Rezystory R1 i R2 utrzymują wejścia 4 i 2 w stanie wysokim. Zwarcie we 2 do masy przy pomocy P2 powoduje rozpoczęcie generacji impulsu, którego czas trwania wyznacza stała czasowa ładowania pojemności C2 uzależniona od dołączonej rezystancji

R3, R4, R5 w dowolnej kombinacji. Kombinacja tych rezystancji wyznacza czas trwania impulsu, który może wynosić 5', 10', 15', 20', 25'. Wylączenie wszystkich rezystorów (zwarcie przełącznikiem) powoduje rozłączenie obwodu ładowania C2 zgodnie ze schematem. Powoduje to generację impulsu do momentu wyzerowania układu przełącznikiem P1 przez zwarcie wejścia 4 do masy. Można tego dokonać w dowolnym momencie, również przy dołączonych rezystorach R3, R4, R5. Impuls sterujący podawany jest z wyjścia (3) na wejście wzmacniacza T1, T2 a z jego wyjścia na wejście zerowania US2. Wzmacniacz dopasowuje napięcia wyjściowe US1 5V do napięcia zasilania US2. Z wyjścia wzmacniacza pobierany też jest sygnał sterujący układem sygnalizacji na tranzystorach T3, T4. Są to dwa żarówkami Z1, Z2 sygnalizującymi stan wejścia zerującego US2, a tym samym stan pracy urządzenia. Prąd bazy T3 ogranicza rezystor Rc2, a prąd bazy T4 ogranicza R8. Z wyjścia US2 (3) poprzez R7 podawane są impulsy 1kHz do sterowania generatora impulsów prądowych.

Generator US2 wytwarza przebieg impulsowy o $f = 1 \text{ kHz}$ o małym współczynniku wypełnienia (ok. 0,1%). czas trwania impulsu jest zależny od stałej czasowej ładowania pojemności C4. C4 ładuje się poprzez R6 (R9 i Pr1 są w trakcie ładowania zwarte diodą D). Przerwy pomiędzy impulsami warunkują rezystory R9 i Pr1. Przez te rezystory i wewnętrzny tranzystor rozładowuje się pojemność C4. Potencjometr Pr1 służy do wyregulowania częstotliwości przebiegu impulsowego, a dołączenie diody D zapewnia porządkny współczynnik wypełnienia przebiegu. Pojemności C1 i C3 filtrują napięcie na wejściowym dzielniku napięcia układów US.

Sterowanie lasera półprzewodnikowego

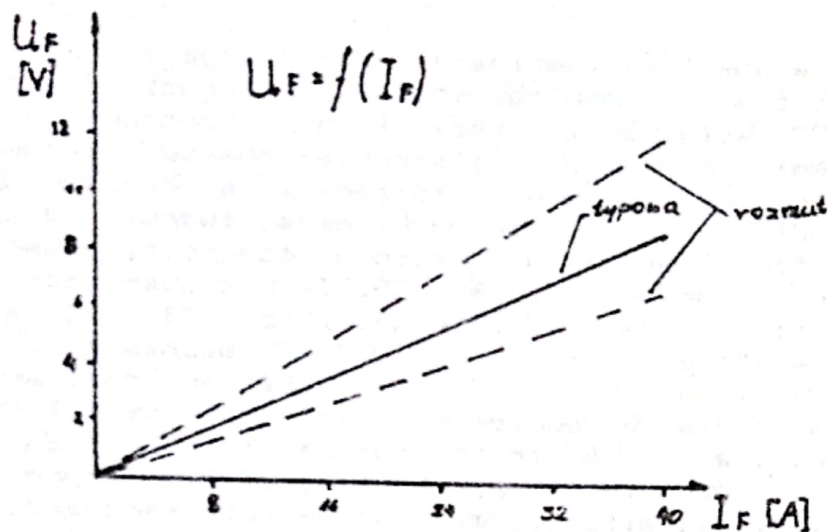
Laser półprzewodnikowy wraz z układem zasilania znajduje się w odrębnej obudowie stanowiącej właściwy układ generujący promieniowanie podczerwone przeznaczony do trzymania w ręku lekarza i prowadzenia terapii.

Typowe parametry diody laserowej CQYP 60 :

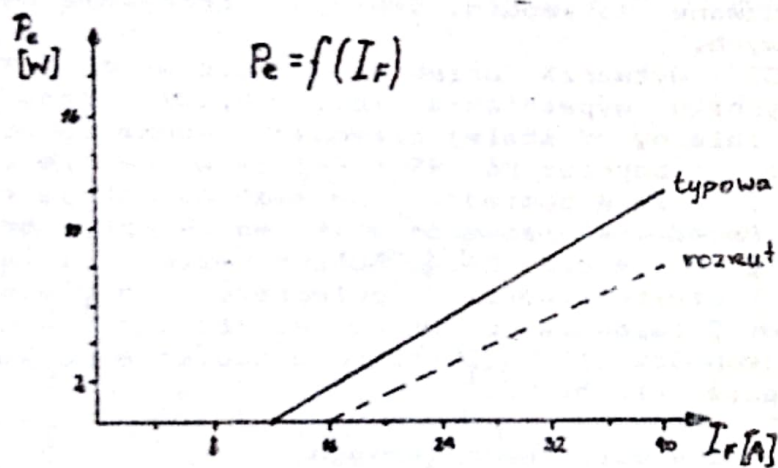
- szczytowa moc promieniowania 12 W,
- szczytowy prąd przewodzenia 40 A,
- szczytowe napięcie przewodzenia 9 V,
- prąd progowy 12 A,
- długość fali promieniowania 890 nm,
- maksymalna długość impulsu 100 ns,
- maksymalna częstotliwość powtarzania 1 kHz.

Napięcie i prąd zasilania warunkują zapewnienie odpowiedniej polaryzacji złącza i jego dopuszczalną temperaturę. Parametry te podlegają znacznemu rozrzutowi w zależności od egzemplarza (Rys.5 i 6).

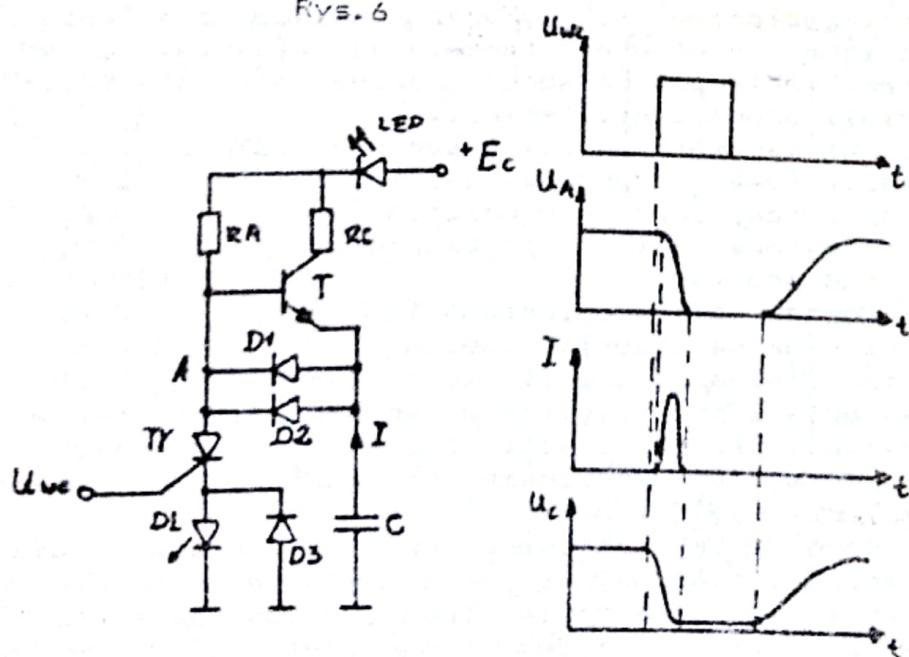
Z powodu tak znacznego rozrzutu trzeba dobierać parametry zasilania indywidualnie dla konkretnego egzemplarza dla uzyskania maksymalnych możliwości diody laserowej. Do zasilania diody laserowej użyłem generatora impulsów prądowych z tyrystorem lawinowym (Rys.7).



Rys. 5

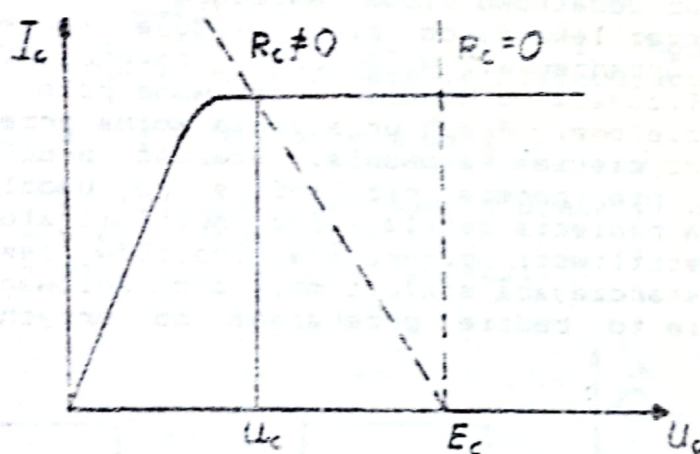


Rys. 6



Rys. 7

Pracę generatora wyjaśniają przedstawione przebiegi napięć i prądu. W stanie statycznym pojemność C jest naładowana do napięcia bliskiego E_c . Tranzystor T jest w stanie przewodzenia, tyrystor T_y jest zatkany. W momencie przyjscia impulsu wyzwalającego na bramkę tyrystora T_y wchodzi on w stan przewodzenia lawinowego (zapewniają to parametry impulsu podanego na bramkę) powodując gwałtowne rozładowanie pojemności magazynującej C . Obwód rozładowania stanowią: diody $D1$, $D2$, tyrystor lawinowy T_y i dioda laserowa DL . Po rozładowaniu pojemności C tyrystor T_y wchodzi w stan zatkania i pojemność C ponownie ładuje się i układ wraca do stanu oczekiwania na następny impuls wyzwalający. Tranzystor T w układzie kluczuje ładowanie pojemności magazynującej. Gdy tyrystor jest zatkany baza tranzystora jest spolaryzowana rezystorem R_a tak, że jest on w stanie przewodzenia i jego prądem emitera ładowana jest pojemność C do napięcia bliskiego E_c . Gdy tyrystor zostanie wprowadzony w stan przewodzenia napięcie na jego anodzie spada do wartości równej sumie napięć przewodzenia tyrystora i diody laserowej. Tranzystor T ulega zatkanu gdyż jego baza jest na potencjale anody T_y i stan taki trwa do momentu zablokowania tyrystora. Rezystor R_a powinien mieć taką wartość aby prąd płynący przez niego był mniejszy od prądu progowego wyłączenia tyrystora, gdyż w innym przypadku tyrystor nie wyszedłby ze stanu przewodzenia i niemożliwa by była praca układu. Rezystor R_c ogranicza moc wydzielaną w tranzystorze, co ilustruje rysunek 8.



Rys. 8

Rezystor R_c dobiera się tak aby tranzystor T nie wchodził w nasycenie. Dioda LED umieszczona w obudowie zasilania układu sygnalizuje pracę generatora. Dioda $D3$ zabezpiecza laser.

Budowa urządzenia.

Układ zasilania i sterowania generatora impulsów prądowych znajduje się w jednej obudowie. Obudowa jest metalowa, połączona do zacisku uziemienia. Układ został zmontowany na jednej płytce drukowanej. Połączona ona jest z przełącznikami, żarówkami, gniazdem do podłączenia sondy i transformatorem przy pomocy złącz wielostykowych, co umożliwia łatwe rozmontowanie układu. Żarówki oświetlają okna w przedniej płycie urządzenia.

PRZEGLĄD-88

w kolorach zielonym i czerwonym sygnalizującymi odpowiednio oczekiwanie i pracę urządzenia. Wymiary okien umożliwiają łatwą obserwację stanu urządzenia nawet z dużej odległości. Na przedniej płycie umieszczone są również wszystkie przełączniki, załącznik sieciowy i dioda świecąca sygnalizująca włączenie urządzenia oraz gniazdo do dołączenia sondy. Sondę stanowi dioda laserowa wraz z generatorem impulsów prądowych. Generator ten został umieszczony wraz z laserem aby obwód wysokoprądowy rozładowania pojemności magazynującej był jak najkrótszy ze względu na straty. Sonda dołączona jest do układu sterowania przewodami umożliwiającymi swobodną manipulację. Przewodem tym przesyłane jest napięcie zasilania i impulsy wyzwalające.

Uzwojenie pierwotne jest oddzielone od wtórnego otwartym zwojem blachy miedzianej, którego wyprowadzenie jest dołączone do zacisku uziemienia.

Praca urządzenia.

Po załączeniu zasilania i dołączeniu sondy układ jest gotowy do pracy: automatycznie ustawia się w trybie oczekiwania, co sygnalizowane jest świeceniem zielonego pola na płycie czołowej. Następnie przełącznikiem programowania należy ustawić żądany czas pracy (5', 10', 15', 20', 25') i przyciskiem wyzwalania spowodować rozpoczęcie pracy, czyli emitowanie promieniowania przez laser. Stan taki jest sygnalizowany zapaleniem się czerwonego pola na płycie czołowej (zielone gaśnie) oraz dodatkowo diodą świecąca umieszczoną w sondzie trzymanej przez lekarza co nie powoduje konieczności ciągłej obserwacji urządzenia. W momencie zakończenia pracy gaśnie dioda sygnalizująca na sondzie i czerwone pole na urządzeniu a zapala się zielone. Pracę urządzenia można przerwać w dowolnym momencie przyciskiem kasowania. Stałość programowanego czasu pracy jest nie gorsza niż $\pm 5\%$ co umożliwiła podwójna stabilizacja napięcia zasilającego multiwibrator monostabilny. Stałość częstotliwości generatora impulsów jest rzędu 2% co zapewnia wystarczającą stałość mocy promieniowania.

Urządzenie to będzie przekazane do przychodni lekarskiej WAT.