

Krzysztof Kozłowski, Władysław Bajsert,  
Andrzej Kasiński

Politechnika Poznańska

## MIKROPROCESOROWY SYSTEM STEROWANIA URZĄDZENIEM DO TERAPII IZOTOPOWEJ

**Streszczenie.** W artykule opisano architekturę i oprogramowanie sterownika mikroprocesorowego zaprojektowanego przez autorów i przeznaczanego do sterowania pracą urządzenia do terapii izotopowej typu UR-1C skonstruowanego w Zakładzie Urządzeń Badawczych i Przemysłowych "Polon" w Poznaniu. Urządzenie to jest aparatem przeznaczonym do leczenia schorzeń nowotworowych kobiecych narządów rodnych promieniowaniem gamma emitowanym przez źródła Cez 137, z możliwością kształtowania rozkładu przestrzennego natężenia promieniowania. Obecnie prototyp urządzenia, wyposażony w opisany sterownik, został skierowany do prób eksploatacyjnych w klinice onkologicznej.

### 1. Wstęp

Jedną z metod leczenia schorzeń nowotworowych stosowaną w medycynie polega na naświetlaniu zaatakowanej tkanki promieniowaniem przenikliwym o ściśle określonym czasie trwania i natężeniu /linie o stałym natężeniu promieniowania nazywają się izodozami/. Współcześnie stosowane aparaty umożliwiające tego typu zabiegi terapeutyczne winny zatem kontrolować czas ekspozycji oraz mieć możliwość kształtowania rozkładu przestrzennego izodoz. Poza tym z uwagi na możliwość skażenia radiologicznego personelu przebywającego w bezpośrednim sąsiedztwie takich urządzeń, aparaty te powinny mieć wbudowany system zabezpieczeń chroniący personel pomocniczy w przypadku wystąpienia jakiegokolwiek awarii. Opisywane urządzenie UR-1C służy do naświetlania wewnętrznych narządów rodnych kobiety, w szczególności wykorzystywane jest do leczenia raka szyjki macicy. Promieniowanie gamma emitowane jest przez radioaktywny izotop cez/Cs 137. Aktywność pojedynczego źródła wynosi 30 mCi; jest ono zamknięte w kapsułce stalowej o kształcie walca o średnicy podstawy 4 mm i tworzącej 6 mm. Producentem i dostawcą źródeł promieniotwórczych jest Instytut Energii Atomowej w Świerku. Źródła pozostają umieszczone w spirali wykonanej z drutu i w połączeniu z nią tworzą tzw. aplikator. Aplikatory przechowywane są w specjalnym pojemniku magazynowo transportowym /maksymalnie w jednym pojemniku można przechowywać dziesięć aplikatorów/.



pojedynczym aplikatorze długość części aktywnej wynosi około 80 mm , czyli może znajdować się tam około 13 źródełek promieniotwórczych oraz nieaktywnych kształtek odległościowych, o tych samych wymiarach co pojedyncze źródło. Właściwa kombinacja osadzonych w aplikatorze źródełek i kształtek dokonywana jest przez zespół składający się z lekarzy onkologów i fizyków i dobierana jest w zależności od rodzaju schorzenia i jego rozmiarów. Tym skomplikowanym problemem nie będziemy się tutaj zajmować a zainteresowanych odsyłamy do literatury [2]. Uzyskiwanie odpowiedniego rozkładu przestrzennego izodoz możliwe jest również dzięki zastosowaniu sondy o odpowiedniej geometrii, tzw. kolpostatu, zbudowanego z trzech rurek do których wprowadzane są aplikatory i która umieszczana jest w ciele chorej.

Manipulowanie źródłami promieniotwórczymi nie może stwarzać dodatkowego zagrożenia dla pacjenta oraz dla personelu obsługującego urządzenie, z uwagi na niebezpieczeństwo kumulowania się dawki. W związku z tym urządzenie musi spełniać pierwszą klasę ochronności. Intensywność promieniowania na powierzchni zewnętrznej pojemnika magazynowo-transportowego wynosi około 1 mCi. Dodatkowo w urządzeniu umieszczono pojemnik ochronny, ołowiany, w którym można przechowywać maksymalnie trzy aplikatory bez jakiegokolwiek niebezpieczeństwa dla personelu. Transport pojedynczego aplikatora do urządzenia odbywa się wewnątrz węża przekładunkowego, który z jednej strony podłączony jest do odpowiedniego gniazda pojemnika magazynowo-transportowego a z drugiej strony do jednego z trzech gniazd urządzenia. Napęd urządzenia stanowią silniki z przekładniami ślimakowymi. Każdy z trzech kanałów urządzenia dysponuje niezależnym układem napędowym wraz ze spiralą metalową do której mocowany jest aplikator. Po wysunięciu spirali z odpowiedniego kanału urządzenia i podłączeniu do niej aplikatora można wysunąć aplikator z pojemnika magazynowo-transportowego do pojemnika ochronnego znajdującego się w urządzeniu. Operacje powyższe kontrolowane są przez zmiany stanów odpowiednich wyłączników krańcowych. W podobny sposób dokonywany jest transport aplikatorów z pojemnika ochronnego do kolpostatu /wykorzystuje się w tym celu od jednego do trzech węży przesyłowych/.

Nieliczni w świecie producenci urządzeń o podobnym przeznaczeniu /Siemens, Kucletron/ stosują pneumatyczne systemy transportu źródełek promieniotwórczych wewnątrz swoich urządzeń. Urządzenia te nie wykorzystują pojemnika magazynowo-transportowego, gdyż wyposażone są w automatyczny i pneumatyczny sorter wraz z pojemnikiem, który umożliwia zestawienie odpowiedniej konfiguracji źródełek i kształtek.

Przygotowanie urządzenia UR-1C do zabiegu musi odbywać się z rutyną gwarantującą prawidłową realizację kolejnych operacji przygotowawczych. Elementarne operacje w urządzeniu UR-1C realizowane są w ściśle okre-



ślonych sekwencjach. Czas trwania wybranych operacji elementarnych jest kontrolowany jak również sprawdzane są one pod względem poprawności ich wykonania. I tak na przykład, kontrolowany jest przebieg operacji załadowania /czas jej trwania oraz jej zakończenie, sygnalizowane zmianą stanu wyłączników krańcowych/. Wykonanie operacji niewłaściwej w sekwencji operacji elementarnych jest automatycznie blokowane przez urządzenie w połączeniu z sygnalizacją świetlną lub akustyczną czy też w postaci wydruku na drukarce i jest informacją wspomagającą dla operatora obsługującego aparat.

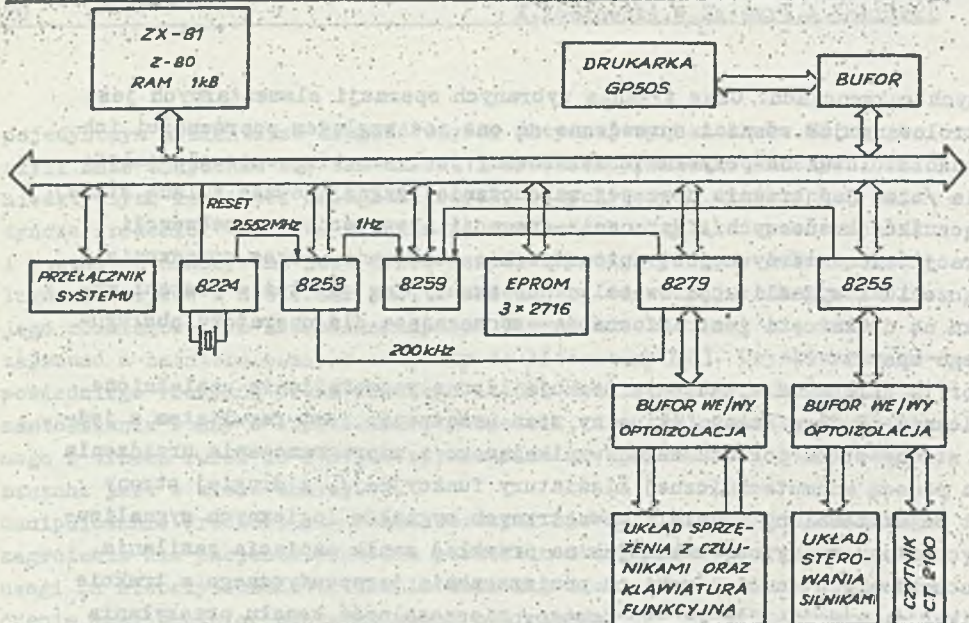
Algorytm działania urządzenia cechują liczne rozgałęzienia uzależnione logicznie od jego stanu. Aktualny stan urządzenia jest rezultatem z jednej strony stanu początkowego /wynikającego z zaprogramowania urządzenia za pomocą memotechnicznej klawiatury funkcyjnej/, z drugiej strony jest on uzależniony od wielu zewnętrznych sygnałów logicznych sygnalizujących stany awaryjne, takie jak na przykład zanik napięcia zasilania, nieoczekiwane otwarcie drzwi od pomieszczenia terapeutycznego w trakcie aplikacji, awaria silnika napędowego, nieszczelność kanału przesyłania aplikatorów itp.

## 2. Konfiguracja systemu sterowania urządzenia UR-1C

W skład systemu sterowania urządzenia UR-1C wchodzi : sterownik mikroprocesorowy, główny pulpit sterujący, pulpit zdalnego sterowania i drukarka komunikatów /Seikosha GP-50S/. Sterownik mikroprocesorowy zbudowano wykorzystując płytke mikrokomputera ZX-81 w wersji 1kB pamięci RAM. Przyjęcie takiego założenia podyktowane zostało łatwą dostępnością tego mikrokomputera na rynku krajowym, jego niską ceną oraz gotowym oprogramowaniem na ZX-81, które wykorzystano do uruchomienia modułów programowych zapisanych w kodzie Z-80. Należy wyraźnie podkreślić, że zbudowany układ sterowania urządzenia UR-1C wykorzystuje tylko płytke mikrokomputera ZX-81 bez klawiatury, jak również nie korzysta w jakikolwiek sposób z jego oprogramowania /pozwala to w przypadku braku ZX-81 na łatwe zastąpienie bez przeróbek elementami z serii Z-80/. Dla celów serwisowych zapewniono możliwość podłączenia do sterownika standardowej klawiatury Sinclaira a specjalny mikrowyłącznik zamontowany w sterowniku odblokowuje ROM i umożliwia jego wykorzystanie.

Do magistrali systemowej ZX-81 podłączono specjalizowane układy : kontroler przerwań 8259, uniwersalny układ dzielnika częstotliwości 8253, równoległy programowalny moduł sprzęgający 8255, pamięci stałe typu EPROM 2716 /trzy sztuki/ i układ zegara 8224. Ogólną konfigurację bloku sterowania systemu przedstawiono na rys.1. Przyjęto pracę układu





Rys.1. Ogólny schemat blokowy sterownika mikroprocesorowego

Fig.1. Block diagram of the microprocessor system

w systemie przerwań i stąd zaproponowano zastosowanie układu przerwań 8259. Ponieważ mikroprocesor Z-80 nie generuje zwrotnego sygnału potwierdzenie INTA, aby nie rozbudowywać układu, zastosowano tryb pracy POLLED dla 8259, dla Z-80 tryb pracy 1 /t.j.restart od adresu 0038H/. W urządzeniu wyodrębniono trzy źródła przerwań wymienione w kolejności malejących priorytetów ; sygnał generujący przerwanie co 1 sek. /generowany programowo przez układ 8253/, wyjście INT układu 8279 oraz wyjście układu 8255 do obsługi kanału czytnik-perforator. Do układu 8279 podłączono standardową klawiaturę kontaktronową. Układ ten pracuje w trybie przeglądania macierzy sensorów /Sensor Matrix Mode/, do których należą klawisze cyfrowe i funkcyjne, wyłączniki krańcowe, mikrowyłączniki oraz przekaźniki. Każdorazowo jeżeli jakikolwiek z wymienionych układów mechanicznych lub elektrycznych zmienia swój stan układ 8279 zgłasza przerwanie i system operacyjny przechodzi do obsługi tego przerwania. Przyjęto, że sygnał generujący przerwanie co 1 sekundę ma najwyższy priorytet, ponieważ jest to sygnał zegarowy wykorzystywany do odliczania czasu terapii. Z 64 sensorów /czujników/ możliwych do obsługi przez specjalizowany układ 8279 sterownik mikroprocesorowy wykorzystuje tylko 35 pozostawiając 29 w przypadku rozbudowy urządzenia.

Druge funkcją, jaką spełnia układ 8279, polega na obsłudze wyświetlaczy, diod świecących, sygnałów świetlnego i akustycznego. Czas skenowania macierzy sensorów wynosi około 10 ms oraz przyjęto lewostronny sposób



wpisywania danych do pamięci wyświetlacza o pojemności 16x4 bitów. Moduł równoległy 8255 pracujący w trybie  $\emptyset$  i wykorzystywany jest do obsługi trzech niezależnie sterowanych silników /bity bramy B od  $\emptyset$  do 5/, z których każdy ma trzy stany pracy : obrót w prawo, obrót w lewo oraz stop. Ponadto układ ten służy do obsługi kanału czytnik-perforator /bit 3 bramy C został zarezerwowany do obsługi tego przerwanian/. Na taśmie papierowej można przechowywać dane personalne pacjentki oraz czasy terapii. Zbudowane urządzenie przygotowane jest od strony sprzętowej do tego trybu pracy, brak natomiast odpowiedniego oprogramowania. Układ 8253 pracuje w trybie 3. Liczniki o numerach  $\emptyset$  i 1 połączone są szeregowo i generują przerwanie co 1 sek. Licznik o numerze 2 dzieli częstotliwość 2.552 MHz rezonatora kwarcowego do częstotliwości 200 KHz stanowiącej częstotliwość taktującą układ 8279. Układ 8224 pracuje w układzie zerowania sterownika mikroprocesorowego. Komunikacja sterownika z urządzeniami zewnętrznymi odbywa się poprzez "wspólną pamięć" /Memory mapped I/O/.

Układ sterowania współpracuje z urządzeniami zewnętrznymi do których należą : główny pulpit sterujący urządzeniem, pulpit zdalnego sterowania, układ sprzężenia z czujnikami, czytnik, drukarka oraz układ sterowania silnikami. Urządzenia te zostały odseperowane od sterowania za pomocą układów optoizolacji /układów transoptorów/.

Pulpit główny urządzenia mocowany jest bezpośrednio na urządzeniu w postaci skrzynki połączonej kablem wielożyłowym z urządzeniem. W skrzynce znajdują się układ sterowania wraz ze specjalizowanymi układami oraz płytka mikroprocesora ZX-81. Pulpit główny wyposażony jest ponadto w klawiaturę cyfrową /cyfry od  $\emptyset$  do 9/, stacyjkę, wyświetlacze, diody świecące oraz klawisze funkcyjne /do nich należą klawisze opisane za pomocą następujących nazw : TEST, PROGRAMOWANIE, P1, P2, WYSUW, POWRÓT/. Klawisze PROGRAMOWANIE, P1 oraz P2 służą do programowania i odczytu dwóch czasów terapii. Klawisze WYSUW i POWROT wykorzystywane są w fazie ładowania i rozładowania urządzenia /operacje te możliwe są w pozycji PRZYGOTOWANIE stacyjki pulpitu głównego ; pozostałe pozycje stacyjki opisane są jako APLIKACJA i WYŁ/. Za pomocą tych klawiszy można wysunąć spiralę oraz spowodować jej powrót do urządzenia w przypadku, gdy nie jest podłączony do niej aplikator. Klawisz TEST służy do sprawdzenia diod świecących oraz wyświetlaczy na obu pulpitach. Diody świecące sygnalizują drogę przejścia aplikatora z pojemnika magazynowo-transportowego do pojemnika ochronnego znajdującego się w urządzeniu, dla każdego z kanałów urządzenia. Pozostała część diod świecących sygnalizuje stany alarmowe urządzenia do których należą lampka awarii napięcia zasilania 220V, lampka akumulatora, której zapalenie oznacza koniec czasu pracy urządzenia zasilanego z akumulatorów /5 godzin/ oraz lampka koniec aplikacji. Pulpit główny urządzenia znajduje się wewnątrz pomieszczenia

terapeutycznego. Pulpit zdalnego sterowania /pulpit pomocniczy/ połączony jest za pomocą przewodu wielożyłowego z urządzeniem i znajduje się na zewnątrz pomieszczenia zabiegowego, tj. może być mocowany na ścianie koło drzwi wejściowych do gabinetu lub znajdować się w pomieszczeniu, gdzie przebywa personel lekarski.

Na pulpicie tym znajdują się klawisze funkcyjne o nazwach WYŁ, START, STOP, P1, P2, diody świecące, wyświetlacz oraz stacyjka. Stany alarmowe (pozostały takie same jak na pulpicie głównym) uzupełniono o stan opisany jako blokada drzwi. Otwarcie drzwi gabinetu terapeutycznego w czasie aplikacji sygnalizowane jest zapaleniem lampki blokady drzwi oraz sygnałami świetlnymi i akustycznym. Urządzenie automatycznie powoduje wycofanie aplikatorów z kolpostatu do pojemnika ochronnego. Klawisz WYŁ służy do wyłączenia sygnału alarmu, przyczyna którego sygnalizowana jest przez odpowiednią diodę świecącą. Klawisze P1 i P2 wykorzystywane są do odczytu odpowiednio czasów programu pierwszego oraz drugiego. Wysuw aplikatorów z pojemnika ochronnego inicjowany jest za pomocą klawisza START powrót natomiast za pomocą klawisza STOP. Do blokady klawiszy START i STOP służy stacyjka pulpitu pomocniczego. Na płytach obu pulpitów zastosowano wzmacniacze wejściowe 74132 oraz wzmacniacze wyjściowe 7417. Do sterowania wyświetlaczami i wskaźnikami diodowymi zastosowano układy dekodérów 7447, 7416, 74145 oraz tranzystory BD 136. Do kodowania informacji z klawiatury funkcyjnej służy dekodér 74145. Przyjęcie koncepcji polegającej na zbudowaniu dwóch pulpitów do sterowania urządzenia wynika przede wszystkim ze względów bezpieczeństwa personelu obsługującego aparat. W czasie przesuwu aplikatorów operator musi przebywać na zewnątrz pomieszczenia terapeutycznego, stąd zaproponowano sterowanie zdalne z pulpitu pomocniczego. Płyta sprzężenia z czujnikami łączy wszystkie czujniki pracujące w urządzeniu z płytą sterownika. Informacje o stanie czujników kodowane są przez dekodér 74145 i układ wyjściowy 7417 i przesyłane do płyty głównej sterownika. Na płycie tej znajdują się również układy wzmacniaczy w układzie otwartego kolektora sterowane przez układy czasowe 76555. W celu sprzężenia płyty głównej sterownika z drukarką GP-50S zastosowano wzmacniacz sygnałów magistrali systemowej zbudowany w oparciu o układy 74LS07, 74LS08 oraz 8216. Dodatkowo sterownik mikroprocesorowy wyposażono w układ buforowania napięcia zasilania na wypadek zaniku napięcia 220V, które może zasilać układ przez czas pięciu godzin /bez zasilania silników i drukarki GP-50S/.

### 3. Opis systemu operacyjnego sterującego pracą urządzenia UR-1C

Urządzenie do terapii izotopowej przeznaczone jest do zastosowania w szpitalach onkologicznych; obsługiwane będzie zatem przez personel medyczny. Obsługa jego powinna być bardzo prosta. Z drugiej strony niebez-



pieczeństwo promieniowania przenikliwego narzuca rygorystyczne warunki ochrony personelu. W ten sposób funkcja odliczania czasu terapii, którą realizuje oprogramowanie systemowe w porównaniu ze skomplikowanym, wielopoziomowym systemem zabezpieczeń stanowi nikły procent całego oprogramowania. Zabezpieczenia nie pozwalają operatorowi na wykonanie czynności niezgodnych z pracą urządzenia. Przyjęcie takiego założenia powoduje, że system operacyjny oczekuje na poprawne czynności operatora, a w przypadku ich braku sygnalizuje odpowiednio stany alarmowe wykorzystując w tym celu sygnał akustyczny, świetlny, wyświetlacz oraz diody. Sygnał akustyczny oraz świetlny może mieć charakter ciągły lub zmieniać się w takcie jednosekundowym /tj.są złączone i wyłączane na przemian co sekundę/. Ponadto przy konstrukcji systemu operacyjnego przyjęto założenie, że po poprawnie rozpoczętej przez operatora operacji nie można przerwać przez naciśnięcie dowolnego z klawiszy funkcyjnych.

System operacyjny zajmuje około 4,6 kB pamięci EPROM i rezyduje w przestrzeni adresowej od 0000H do 17FFH /w obszarze tym znajduje się około 1,4 kB pamięci nie wykorzystanej przez system/. Poza tym system operacyjny wykorzystuje 53 bajty pamięci RAM, która wchodzi w skład mikrokomputera ZX-81. Składają się na nie zmienne systemowe, mapa pamięci RAM układu 8279 oraz liczniki związane z odliczaniem czasów terapii i czasu wysuwu aplikatorów.

Po załączeniu urządzenia do sieci następuje inicjacja pracy systemu operacyjnego. W podprogramie tym ustala się tryby pracy specjalizowanych układów oraz tryb pracy procesora. Ponadto ustawiany jest przełącznik programowy pracy obu systemów operacyjnych /tj. sterownika i mikrokomputera ZX-81/. Następnie system operacyjny odblokowuje przerwania i czeka na ich przyjęcie. Zgodnie z opisem w punkcie 2 adres podprogramu obsługi przerwania wynosi 0036H. W przypadku wystąpienia przerwania program sprawdza jego przyczynę i wykonuje skok do odpowiedniej procedury obsługi zgodnie z założonymi priorytetami.

Podprogram obsługi przerwania zegarowego w 1 sek. realizuje funkcje związane z odliczeniem czasu. Polegają one na kontrolowaniu czasu pracy silników przy wysuwie spirali z urządzenia, który wynosi około 12 sek. W przypadku przekroczenia czasu 15 sek. następuje automatyczny powrót spirali, a podprogram realizujący tę funkcję powoduje wysterowanie silnika powodując obrót w żądanym kierunku. Poza tym podprogram obsługi przerwania zegarowego kontroluje czasy terapii oraz czas zasilania urządzenia z akumulatorów.

Drugie przerwanie o niższym priorytecie generowane jest przez układ 8279. Na początku podprogramu obsługi tego przerwania system przepisuje stan RAM macierzy sensorów układu 8279 do pamięci pomocniczej. Następnie stan tej pamięci jest analizowany przez system w celu ustalenia przyczyny przerwania ; tj. czy pochodzi od czujników czy od klawiatury.

Po ustaleniu przyczyny przerwania następuje skok do podprogramu jego obsługi. W trakcie tego badania system analizuje dokładnie stan pracy urządzenia i sprawdza warunki logiczne działania algorytmu testując pojedyncze bity pięciu bajtów zmiennych systemowych. Przy badaniu tych uwarunkowań przeprowadzono minimalizację czasu trwania ustalenia źródła przerwania. Podprogram obsługi układu 8279 posiada zatem wiele rozgałęzień, które tworzą sieć działań aparatu.

Podprogramy obsługi przerwania zegarowego i układu 8279 przekazują wzajemnie parametry przez pojedyncze bity zmiennych systemowych, jak również inicjują sterowanie w różnych momentach pracy urządzenia. Przyjęcie takiego rozwiązania znacznie ułatwiło zapis skomplikowanego algorytmu działania urządzenia przy jednocześnie łatwej rozbudowie programu w przypadku wzbogacenia urządzenia o dodatkowe funkcje. Działanie systemu operacyjnego zostało wszechstronnie sprawdzone przede wszystkim pod kątem jego niezawodności i szybkości działania.

Do specjalnych podprogramów obsługi należy podprogram obsługi awarii napięcia zasilania. Zadaniem tego modułu jest podtrzymanie odliczania czasu terapii w trakcie aplikacji. Przejścia na zasilanie awaryjne sygnalizowane jest zapaleniem odpowiedniej lampki na pulpicie zdalnego sterowania. Po powrocie napięcia zasilania 220V system działa nadal poprawnie, gdyż stan w którym znajdowało się urządzenie nie jest niszczone podczas zaniku napięcia sieciowego. Przeanalizowano bardzo szczegółowo pracę urządzenia w dowolnych momentach zaniku napięcia sieciowego wzbogacając system o odpowiednie moduły obsługi.

System operacyjny współpracuje z drukarką SEIKOSHA GP-50S. Oprogramowanie drukarki oraz generator znaków stanowią integralną część systemu operacyjnego. Generator znaków umieszczono w obszarze adresowym od 160FH do 17FFH. Zawiera on między innymi wzorce znaków odpowiadających polskim literom alfabetu /są więc duże litery Ś,Ć,Ż,Ó,Ż,Ś,Ą,Ę,Ł/. Brak połączenia drukarki do urządzenia sygnalizowany jest (przez wyświetlacz) w postaci specjalnego łańcucha znaków. Operator może wtedy podłączyć drukarkę i dokonać ponownego restartu urządzenia, ewentualnie można kontynuować obsługę urządzenia bez drukarki, bez przeszkód ze strony programu sterującego pracą urządzenia. Wydruki drukowane przez system operacyjny mają charakter dokumentacji terapeutycznej dotyczącej czasów terapii, daty oraz danych personalnych pacjentki.

#### 4. Uwagi końcowe

Zbudowany aparat jest pierwszą w Polsce próbą zastąpienia dotychczas istniejących aparatów do terapii izotopowej urządzeniami, które chroniłyby personel pomocniczy przed promieniowaniem przenikliwym. Dotychczas



w podobnych aparatach operator musiał ręcznie lub mechanicznie wprowadzić aplikator do ciała chorej. W zbudowanym aparacie zastosowano zdalne sterowanie przesuwem aplikatorów. W literaturze fachowej ten tryb pracy określa się jako metoda "afterloading". Jest ona powszechnie stosowana w aparatach działających na podobnej zasadzie [2]. W przypadkach awaryjnych można stosować wysuw aplikatorów ręczny za pomocą korby /na przykład, gdy zakończy się terapia podczas braku napięcia sieciowego i trzeba wysunąć aplikatory z ciała chorej/. W urządzeniu zastosowano szereg zabezpieczeń programowych w przypadku, gdyby operatorowi mogło grozić jakiegokolwiek niebezpieczeństwo promieniowania przenikliwego. Ponieważ czasy terapii mogą być długie /kilkadziesiąt godzin/ urządzenie pozwala na przerwanie aplikacji w dowolnym momencie jej trwania i operator lub personel medyczny mogą wejść do pomieszczenia terapeutycznego. Wzbogacenie urządzenia o drukarkę pozwala na dokumentację przebiegu terapii, którą można dołączyć do historii choroby pacjentki.

#### LITERATURA

- [1] Misiurewicz P. : Układy mikroprocesorowe, WNT Warszawa 1983
- [2] Would R.F. : Brachytherapy 1984, Proceedings 3<sup>rd</sup> International SELECTRON Users Meeting 1984, Innsbruck - Austria
- [3] The 8080/8085 Microprocessor Book, John Wiley and Sons, New York, 1980

Recenzent: Doc.dr h.inż. Jerzy Klamka

Wpłynęło do Redakcji 1986.07.03

#### МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ УСТРОЙСТВОМ ДЛЯ ИЗОТОПНОЙ ТЕРАПИИ

#### Резюме

В статье представлена архитектура и программирование микропроцессорной системы, спроектированной авторами и предназначенной для управления работой устройства для изотопной терапии типа - IC, сконструированного на Заводе Исследовательского и Промышленного Оборудования "Полон" в Познани. Это устройство является аппаратом, предназначенным для лечения раковых заболеваний женских половых органов облучением гамма, эмиттированным источником C I37 при возможности формирования пространственного распределения радиоактивности. В настоящее время образец устройства оснащен представленной схемой и направлен для эксплуатационных испытаний в онкологической поликлинике.

## MICROPROCESSOR BASED SYSTEM FOR A RADIOTHERAPY DEVICE

## Summary

In the paper an architecture of a microprocessor based system as well as an operating system for the UR-1C device are described. The device was manufactured in Poland, Poznań at the request of medical institutions in Poland to avoid radiation exposure to hospital personnel and to achieve an improvement of dose distribution using afterloading technique. The UR-1C is designed for the treatment of a variety of many different tumor types e.g. cervix, vaginal, etc using Cs 137 in source activities of 30 or 40 mCi. The UR-1C is a flexible remote controlled afterloading system, equipped with a printer. The printer is very useful safety device which prints out all the information i.e., patient data, actual and a record of the treatment times as set for each of three channels. The operation of the UR-1C is thanks to the use of a microprocessor, reliable, fast and easy. The operating system is designed in a such way the when an operation is being executed any button pressed will nothing. The device includes the emergency power alarm with automatic source return by battery back up. Now a prototype of the UR-1C device is under a performance test in oncological hospital in GLIWICE.