

W niektórych rozwiązaniach konstrukcyjnych liczby są rejestrowane wzdłuż ścieżki. Rejestry bębnowe tego typu lepiej nadają się do maszyn typu szeregowego niż równoległego.

Lampowe wyposażenie rejestru bębnowego jest duże; liczba lamp zawiera się - zależnie od wielkości bębna - w granicach mniej więcej od 600 do 1200. Stosunek liczby lamp do pojemności, decydujący o koszcie rejestru, jest jednakże mały. W mniejszych urządzeniach jest on rzędu 10 lamp na 1000 binów, w największych jest on mniej więcej dziesięciokrotnie mniejszy. Dla zmniejszenia wyposażenia lampowego stosuje się przełączniki elektronowe synchroniczne dołączające wzmacniacze do kolejno pracujących grup głowic.

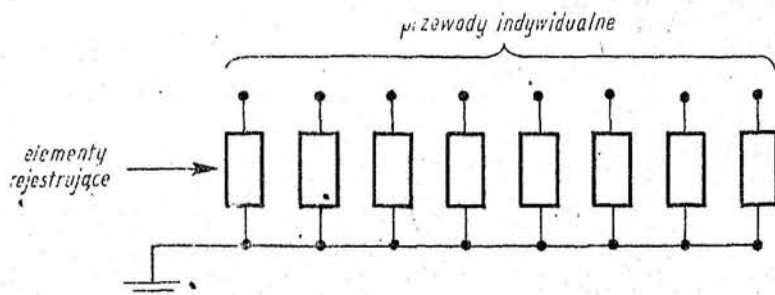
Czas oczekiwania w rejestrach bębnowych - podobnie jak w ultradźwiękowych - jest zmienną losową o rozkładzie równomiernym. Przeciętny czas jest niewiele większy od połowy czasu obrotu bębna.

44. Rejestry statyczne

440. Zasady ogólne. W rejestrach kinetycznych i w rejestrach falowych zasadniczy układ rejestru jest wyznaczony przez jego typ oraz właściwości fizyczne ośrodka użytego do rejestracji. W tych rejestrach statycznych, natomiast, w których mamy do czynienia z oddzielnymi elementami rejestracyjnymi, sposoby wykorzystywania tych elementów, a zatem i układy rejestrów mogą być rozmaite. Można odróżnić co najmniej trzy układy rejestrów statycznych, mianowicie indywidualny, macierzowy i liniowy. Zasadnicze cechy tych trzech układów są w pewnej mierze niezależne od właściwości fizycznych elementów używanych do rejestracji.

W układzie indywidualnym jeden zacisk każdego elementu w rejestrze jest uziemiony, drugi zaś - wyprowadzony indywidualnie (rys. 4-4). W rejestrach o b. małej pojemności - rzędu wielkości dziesiątków lub setek binów - taki układ, ze względu na swą prostotę, może być z korzyścią stosowany. Wraz ze wzrostem pojemności coraz poważniejszy staje się problemat odnajdowania potrzebnego zapisu, problemat

dołączania i prowadzenia wielkiej liczby przewodów oraz zakłóceń wprowadzanych przez pojemności międzyprzewodowe. Trudności te - ze względu na znacznie mniejszą liczbę potrzebnych przewodów - są odpowiednio mniejsze przy budowie rejestrów statycznych w układzie macierzowym.



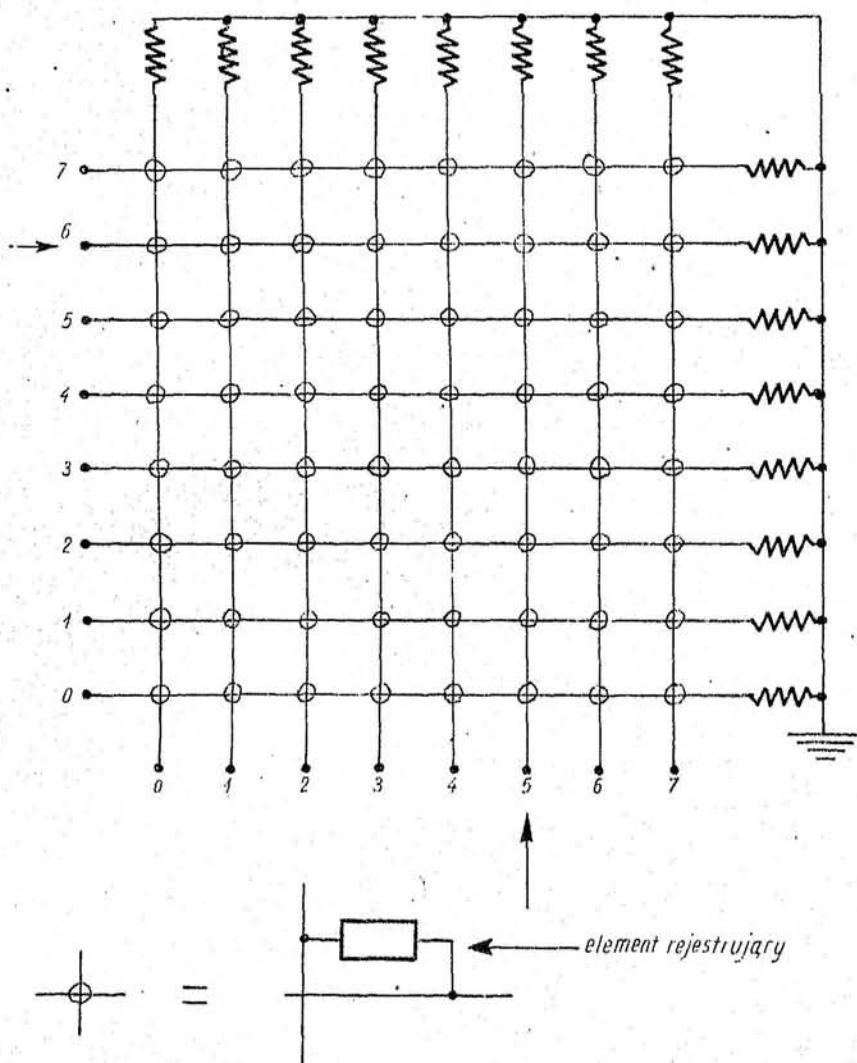
Rys. 4-4. Schemat zasadniczy rejestru statycznego w układzie indywidualnym

Wyobraźmy sobie mn dwójników rozmieszczonych w m szeregach poziomych i n szeregach pionowych - podobnie, jak elementy macierzy dwuwymiarowej - oraz m przewodów poziomych i n przewodów pionowych. Każdy element jest dołączony jednym zaciskiem do przewodu poziomego, drugim zaś - do przewodu pionowego (rys. 4-5). Jeśli ponumerujemy przewody poziome i przewody pionowe kolejnymi liczbami naturalnymi, to każdemu elementowi będziemy mogli przypisać parę uporządkowaną takich liczb, przy czym pierwszą z tych liczb jest numer tego przewodu poziomego a drugą numer tego przewodu pionowego, do których jest dołączony dany element.

Założmy, że każdy element może być pod względem elektrycznym w jednym z dwóch stanów, którym przyporządkowane są rejestracje cyfr "0" i "1". Założmy poza tym, że dla wszystkich elementów istnieje pewne napięcie krytyczne u_k i taki okres czasu T , że pod wpływem napięcia u większego od u_k i działającego przez czas dłuższy od T następuje zmiana stanu tego elementu ze stanu odpowiadającego cyfrze "0" do stanu odpowiadającego cyfrze "1". Tę zmianę stanu będziemy nazywali przerzutem.

Przypuśćmy, że w pewnej chwili jeden z przewodów poziomych zostaje wyróżniony przez przyłożenie doń impulsu napięcia dodatniego względem ziemi o napięciu $u/2$ spełniającym nierówność

$$u/2 < u_k < u$$



Rys. 4-5. Schemat zasadniczy rejestru statycznego w układzie macierzowym

i o czasie trwania większym od czasu przerzutu. Przypuśćmy także, że w tej samej chwili zostaje elek-

trycznie wyróżniony jeden z przewodów pionowych przez przyłożenie doń impulsu ujemnego względem ziemi o tym samym napięciu $u/2$ i tym samym czasie trwania. Wówczas zostaje elektrycznie wyróżniony ten element rejestru, którego zaciski są dołączone do wyróżnionych przewodów. Podczas trwania impulsu wyróżniony element otrzymuje napięcie wystarczające do przerzutu do stanu "1". Każdy z elementów, dołączonych jednym tylko zaciskiem do przewodu wyróżnionego, otrzymuje napięcie mniej więcej dwukrotnie mniejsze od krytycznego i pozostaje w stanie "0". Inne elementy rejestru otrzymują jeszcze mniejsze napięcia.

Jeśli elementy są liniowe a macierz jest kwadratowa, to elementy dołączone jednym zaciskiem do przewodu wyróżnionego pozostają podczas impulsu pod napięciem $u(n-1)/(2n-1)$, pozostałe zaś elementy niewyróżnione - pod napięciem $u/(2n-1)$. Ponieważ w rejestrach macierzowych używa się z reguły elementów nieliniowych, podane wartości są tylko orientacyjne.

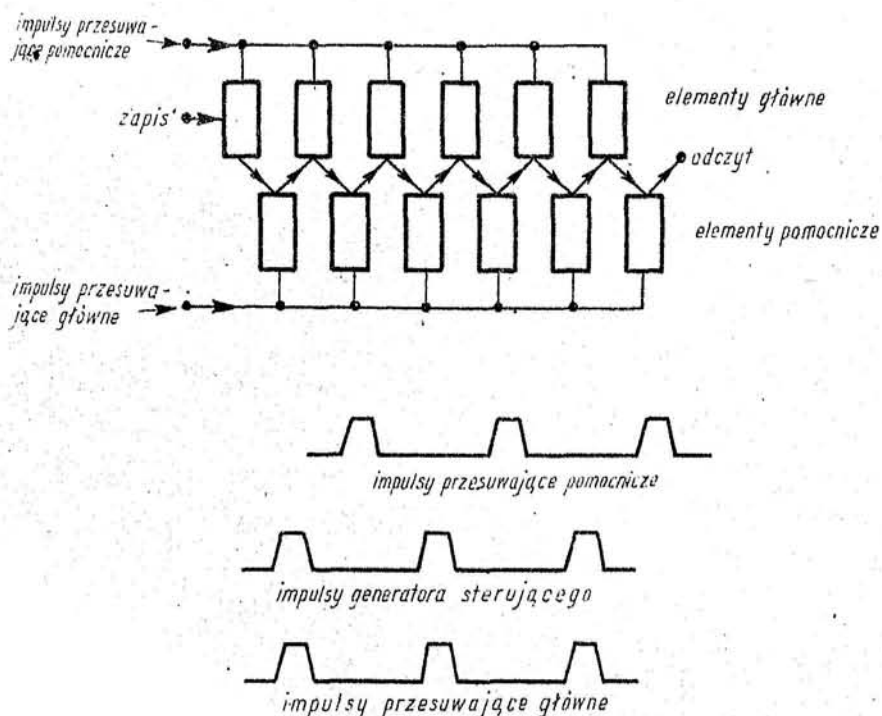
Liczba doprowadzeń do rejestru o pojemności mn wynosi w układzie indywidualnym mn , w układzie macierzowym - tylko $m+n$. Jeśli $m=10$, $n=20$, to układ indywidualny wymaga dwustu przewodów, układ macierzowy zaś - trzydziestu. W miarę wzrostu pojemności rejestru korzyść płynąca ze stosowania układu macierzowego staje się coraz większa. Na przykład w rejestrze o pojemności 10 000 binów w układzie indywidualnym trzeba 10 000 przewodów, w układzie macierzowym natomiast, jeśli $m=n=100$ - tylko 200 przewodów.

Schemat podany na rysunku 4-5 i jego opis mają charakter zasadniczy. W konstrukcjach rzeczywistych występują komplikacje spowodowane szczególnymi właściwościami zastosowanych elementów. Może zająć potrzeba stosowania dodatkowych przewodów, potrzeba stałego utrzymywania potencjałów pomocniczych itp. Komplikacje te nie umniejszają zalet układu macierzowego w stosunku do układu indywidualnego.

Korzyść płynąca ze stosowania rejestrów macierzowych polega nie tylko na zmniejszeniu liczby przewodów doprowadzających, lecz również na zmniejszeniu i uproszczeniu urządzeń służących do odnalezienia zapisu, a zatem do selekcji potrzebnego elementu. Istotnym szczegółem jest tu okoliczność, że w rejestrze macierzowym proces selekcji odbywa się

częściowo w samej macierzy. Do odnajdowania dwóch spośród dwustu przewodów wchodzących do rejestru o pojemności 10 000 binów można użyć dwóch układów pomocniczych zbudowanych też w układzie macierzowym np. 10×10 . Wówczas wybór jednego z 10 000 elementów sprowadza się do nacechowania odpowiednimi potencjałami czterech spośród czterdziestu przewodów.

Niezależnie od fizycznej zasady działania i szczegółów konstrukcyjnych, elementy stosowane do budowy rejestrów macierzowych muszą być dostatecznie jednorodne ze względu na wartość parametru decydującego o przerzucie.



Rys. 4-6. Schemat zasadniczy rejestru statycznego w układzie liniowym oraz rozkład w czasie impulsów sterujących i przesuwających

Trzecim układem rejestrów statycznych jest układ liniowy. W układzie tym są dwa szeregi elementów rejestrujących, mianowicie szereg elementów głównych i szereg elementów pomocniczych (rys. 4-6).

Wygodnie jest elementy każdego szeregu ponumerować kolejnymi liczbami naturalnymi. Każdy element główny wraz z elementem pomocniczym o tym samym numerze stanowią parę służącą do rejestracji jednego binu. Wpisywanie odbywa się na pierwszy element główny, odczytywanie następuje z ostatniego elementu pomocniczego.

Układ jest tak połączony, że pewne impulsy, które będziemy nazywali głównymi, przenoszą zapis z każdego elementu głównego na element pomocniczy tej samej pary, inne zaś impulsy, które będziemy nazywali pomocniczymi, zachodzące w okresach czasu między impulsami głównymi, przenoszą zapis z każdego elementu pomocniczego na element główny następnej pary. W ten sposób zapis przesuwa się wzdłuż rejestru. Po dojściu do ostatniego elementu pomocniczego w rejestrze, zapis może być przeniesiony na pierwszy element główny. W ten sposób zapis może obiegać wewnątrz rejestru przez dowolny przeciąg czasu.

Analogia z pracą rejestru falowego jest tu oczywista, m.in. czas oczekiwania jest określony również w tym układzie przez pojemność jednostki rejestru. Czas ten jest z reguły większy od czasu oczekiwania w rejestrze macierzowym zbudowanym z elementów tego samego typu. Liczba potrzebnych elementów rejestrujących jest jednakże dwukrotnie większa, niż w układzie macierzowym, poza tym dochodzi przeważnie znaczna liczba elementów pomocniczych, jak oporniki, kondensatory i prostowniki.

Zaletą rejestrów statycznych w układzie liniowym jest złagodzenie wymagań stawianych jednorodności elementów rejestrujących. Ponieważ nie stosujemy tu koincydencji, możemy napięcie impulsów przesuujących obrać zawsze tak duże, aby zapewnić prawidłowe przenoszenie zapisu z elementu na element. Możliwość budowania rejestrów statycznych w układzie liniowym dla niektórych rodzajów elementów liniowych została stwierdzona doświadczalnie. Nie wynika z tego, aby z każdego typu elementów rejestrujących można było takie rejestry budować a przynajmniej, aby można było budować je w sposób dostatecznie ekonomiczny.

Konieczność stosowania dwóch elementów do notowania jednego binu wynika z rozważań następujących.

Impulsy zapisujące mogą nadchodzić w kolejnych chwilach wyznaczonych np. przez generator sterujący maszyną. Rozważmy trzy kolejne impulsy generatora sterującego i nazwijmy je pierwszym, drugim i trzecim. Zapis dokonany podczas trwania pierwszego impulsu trafia na pierwszy element główny rejestru, następny zapis może wystąpić podczas drugiego impulsu i powinien trafić ponownie na pierwszy element główny. Z tego wynika, że ewentualny zapis wykonany na pierwszym elemencie głównym podczas trwania pierwszego impulsu sterującego powinien być przeniesiony - na pierwszy element pomocniczy - w okresie między pierwszym a drugim impulsem sterującym. Analogicznie, zapis dokonany na pierwszym elemencie głównym rejestru podczas drugiego impulsu powinien być przerwany na pierwszy element pomocniczy w okresie między drugim a trzecim impulsem sterującym. Zatem pierwszy element pomocniczy musi być uprzednio zwolniony do przyjęcia tego zapisu, czyli istniejący na nim zapis powinien być przeniesiony na następny element, którym jest drugi element główny. Ponieważ zapis na pierwszym elemencie pomocniczym nastąpił między pierwszym a drugim impulsem generatora sterującego a element ten powinien być przygotowany do przyjęcia ewentualnego ponownego zapisu między drugim a trzecim impulsem generatora sterującego, to przeniesienie zapisu na drugi element główny powinno nastąpić podczas drugiego impulsu generatora sterującego.

Jak widzimy, jeśli impulsy zapisujące mogą następować tak często, jak impulsy generatora sterującego, to impulsy przesuwające muszą następować z częstotliwością dwukrotnie większą. Tym samym liczba elementów rejestrujących musi być dwukrotnie większa od pojemności w binach danej jednostki rejestru. Konkluzja ta jest ogólnie ważna zupełnie niezależnie od podstaw fizycznych, na których opiera się działanie elementów rejestrujących, oraz od szczegółów konstrukcyjnych rejestru.

Wymaganie, aby rejestr był przygotowany do czynności wpisu przy każdym impulsie generatora sterującego, jest wymaganiem najdalej idącym. Jeśli czas przerzutu elementu rejestrującego jest większy od okresu generatora sterującego, to wymaganie to spełnione być nie może. Wówczas musimy się pogodzić z tym, że czynność wpisu można wykonywać li tylko z częs

totliwością mniejszą od częstotliwości generatora sterującego podobnie, jak to ma miejsce w przypadku rejestrów kinetycznych.

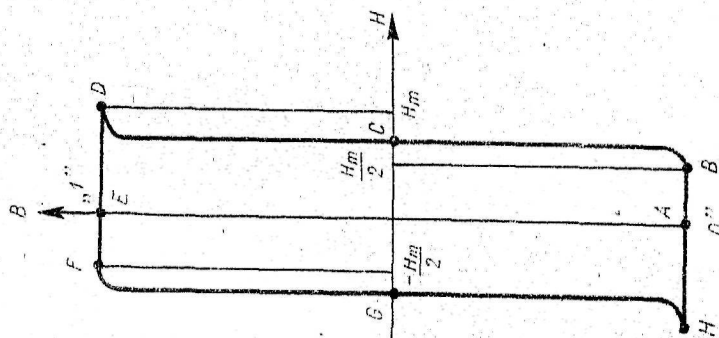
441. Rejestry przekaźnikowe. Przekaźniki są stosowane na szeroką skalę, jako elementy rejestrujące, w maszynach przekaźnikowych. W maszynach lampowych przekaźniki - ze względu na duży czas działania - mogą być stosowane li tylko w zespołach wejściowym i wyjściowym. Rejestry przekaźnikowe bywają budowane wyłącznie w układzie indywidualnym.

442. Rejestry przerzutnikowe. Przerzutniki, jako elementy rejestrów statycznych, mają duże zalety, mianowicie mały czas działania i wielką pewność pracy, poza tym łatwo je budować z ogólnie dostępnych elementów radiowych. Wadami przerzutników są: bardzo duży koszt na jednostkę pojemności oraz znaczna objętość. Wobec tego rejestry przerzutnikowe znajdują zastosowanie tylko w zakresie zupełnie niewielkich pojemności, np. jako składniki wewnętrznej pamięci arytmometru, rejestru dodawania lub rejestru mnożenia.

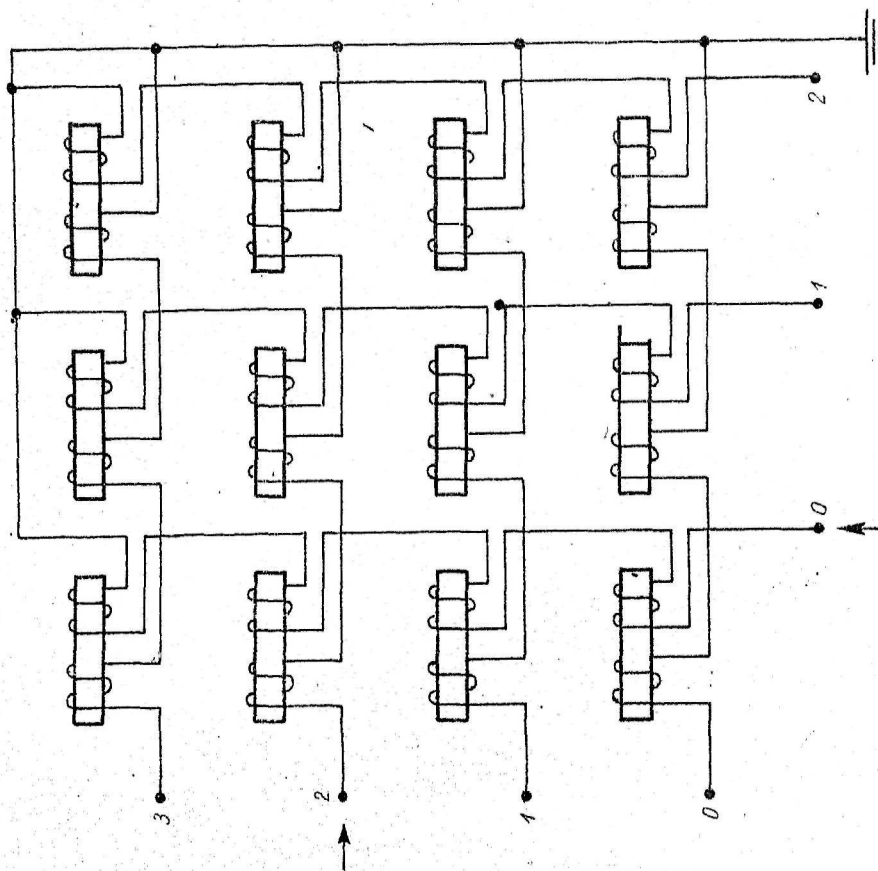
443. Rejestry magnetostatyczne. Elementami rejestrów magnetostatycznych są rdzenie z materiałów ferromagnetycznych. Parametrem decydującym o działaniu elementów rejestru magnetostatycznego jest prąd podczas, gdy w rozdziale 440 przyjmowaliśmy, że jest nim napięcie. Łatwo jest jednakże stwierdzić, że zmiana ta nie jest istotna z punktu widzenia przeprowadzonej w tym rozdziale analizy działania rejestrów statycznych. Rejestry magnetostatyczne można łatwo budować w układzie indywidualnym, jednakże nieporównanie ważniejsze praktycznie są rejestry macierzowe. Przy ich budowie muszą być pokonane zresztą poważne trudności technologiczne i konstrukcyjne.

Do budowy macierzowych rejestrów magnetostatycznych potrzebne są materiały o tzw. prostokątnej pętli histerezy. Pożądany kształt takiej pętli pokazany jest na rys. 4-7. Uzwojenia poszczególnych rdzeni są łączone nie w sposób pokazany na rysunku 4-5, lecz szeregowo tak, jak na rysunku 4-8.

Każdy materiał ferromagnetyczny poddany namagnesowaniu zachowuje pewną szczątkową indukcję. Ponie-

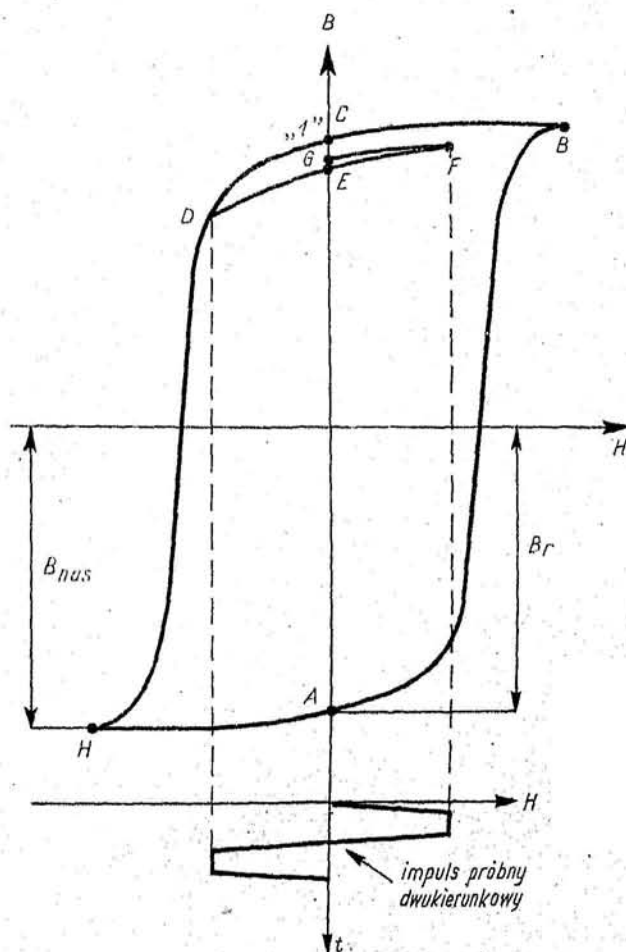


Rys. 4-7. Pożądany przebieg pętli histerezy



Rys. 4-8. Schemat zasadniczy rejestru statycznego w układzie macierzowym z elementami ferromagnetycznymi

waż przy magnesowaniu poprzez uzwojenie nieruchome w stosunku do rdzenia są tylko dwa możliwe kierunki siły magnetomotorycznej, tyleż jest możliwych kierunków indukcji szczątkowej. Okoliczność ta może być wykorzystana do trwałej rejestracji cyfr "0" i "1". Dla zapewnienia stale tej samej wartości indukcji szczątkowej stosuje się zazwyczaj tak dużą siłę magnetomotoryczną, która zapewnia osiągnięcia nasycenia magnetycznego. Wówczas indukcja szczątkowa jest równa remanencji.



Rys. 4-9. Pętla histerezy o przebiegu prawie prostokątnym

Przypuśćmy, że rdzeń jest w stanie magnetycznym określonym przez punkt A, któremu odpowiada rejestra-

cja cyfry "0" (rys. 4-9b). Dla zarejestrowania cyfry "1" należy przyłożyć dostatecznie dużą dodatnio skierowaną siłę magnetomotoryczną. W tym celu dwa jednocześnie, dodatnio skierowane impulsy prądowe są przykładane do tego przewodu poziomego i do tego przewodu pionowego, na których skrzyżowaniu leży rdzeń. Amplituda H_m natężenia pola wywoływanego przez łączny przepływ obu prądów jest AD. Pod wpływem tego pola punkt pracy rdzenia przebywa drogą ABCD i po ustaniu impulsu przechodzi do punktu E odpowiadającego rejestracji cyfry "1". Każdy z rdzeni dołączonych bądź do tego samego przewodu poziomego, bądź do tego samego przewodu pionowego, co rdzeń ulegający przemagnesowywaniu, otrzymuje tylko połowkowy impuls siły magnetomotorycznej o amplitudzie $H_m/2$; jego punkt pracy dochodzi tylko do punktu B skąd po ustaniu impulsu wraca do punktu A. Zatem żaden z tych rdzeni nie ulega przemagnesowaniu. Inne rdzenie w macierzy otrzymują impulsy o jeszcze mniejszej amplitudzie.

Dla odczytania stanu magnetycznego rdzenia do obu przewodów, na których skrzyżowaniu leży dany rdzeń tzn. do tej samej pary przewodów, która służyła do wpisania cyfry "1" - przykładają się impulsy, zwane próbnymi, o amplitudzie równej amplitudzie impulsu rejestrującego, lecz o przeciwnym kierunku. Jeśli badany rdzeń był w stanie "0", to jego punkt pracy przesuwają się od A do H i po ustaniu impulsu próbnego wraca do A. Indukcja przy tym nie ulega zmianie, ponieważ odcinek AH charakterystyki magnesowania jest odcinkiem prostej równoległej do osi odciętych. Tym samym w uzwojeniu próbnym nie powstaje SEM. Jeśli rdzeń był w stanie "1", to punkt pracy odbywa drogę EFGHA, strumień zmienia się proporcjonalnie do podwójnej wartości remanencji i w uzwojeniu próbnym powstaje impuls SEM, który jest sygnałem, że w rdzeniu była zarejestrowana cyfra "1". Jak widać z tego przebiegu, rejestracja ulega przy tym starciu. Ponieważ zapis powinien być trwały, po każdym odczycie jedynek powinien nastąpić samoczynnie jej wpis.

W każdym rdzeniu dołączonym do tego samego przewodu poziomego lub tego samego przewodu pionowego, co rdzeń badany, punkt pracy - jeśli była zarejestrowana cyfra "1" - odbywa drogę EFE, której przebieg nie powoduje powstania impulsu w uzwojeniu próbnym.

Impuls próbny nie powstaje również w tym przypadku, gdy w rdzeniu była zarejestrowana cyfra "0".

Rzeczywiste pętle hysterezy materiałów magnetycznych nie mają kształtów prostokątnych, co powoduje poważne trudności konstrukcyjne. Przypuśćmy, że mamy do czynienia z materiałem o charakterystyce pokazanej na rys. 4-9. Jeśli w rdzeniu była zarejestrowana cyfra "0", to pod wpływem impulsu próbnego punkt pracy odbędzie drogę AHA, co da dwukrotną zmianę strumienia, a tym samym niepożądany impuls SEM w uzwojeniu próbnym.

Jeszcze bardziej kłopotliwe konsekwencje odstępstw od "prostokątnego" przebiegu pętli hysterezy występują w rdzeniach będących w stanie "1" a otrzymujących impulsy próbne o amplitudzie $H_m/2$. Początkowy stan magnetyczny każdego takiego rdzenia odpowiada punktowi C na rys. 4-9. Pod wpływem połówkowego impulsu próbnego punkt pracy przesuwa się do punktu D, ale po ustaniu impulsu wraca nie do C, lecz do pewnego punktu E odpowiadającego mniejszej indukcji szczątkowej. Podobny proces powtarza się przy każdym połówkowym impulsie próbnym, na skutek czego punkt pracy zbliża się do osi odciętych i pierwotny zapis cyfry "1" ulega stopniowemu starciu. Zjawisko takie, z punktu widzenia prawidłowej pracy maszyny, jest oczywiście całkowicie niedopuszczalne.

Radikalnym środkiem zaradczym jest stosowanie impulsów próbnych dwukierunkowych (rys. 4-9). Pierwsza część takiego impulsu ma poprzedni charakter impulsu próbnego, druga, skierowana w kierunku odwrotnym, ma charakter impulsu magnesującego. Przy tym systemie punkt pracy obiega drogę CDEFG. Aczkolwiek punkt G, będący końcowym punktem tej drogi, leży nieco niżej niż punkt C, ustala się on asymptotycznie przy dalszych impulsach połówkowych w okolicy punktu C, co oznacza, że materiał nie ulega rozmagnesowaniu.

Dwukierunkowe impulsy próbne zapobiegają rozmagnesowywaniu rdzenia, ale nie zapobiegają powstawaniu szkodliwych impulsów SEM w uzwojeniach próbnych spowodowanych zmianą strumienia magnetycznego podczas przebiegu drogi AHA. Z tego punktu widzenia materiał magnetyczny jest tym lepszy im mniejszy jest ten błędny impuls. W związku z tym, jako miarę zbliżenia charakterystyki rzeczywistej do idealnego prze-

biegu prostokątnego można przyjmować stosunek B_r/B_{nas} . Dla materiałów stosowanych do budowy rejestrów magnetostaticznych stosunek ten waha się w granicach od 0,8 do 0,99.

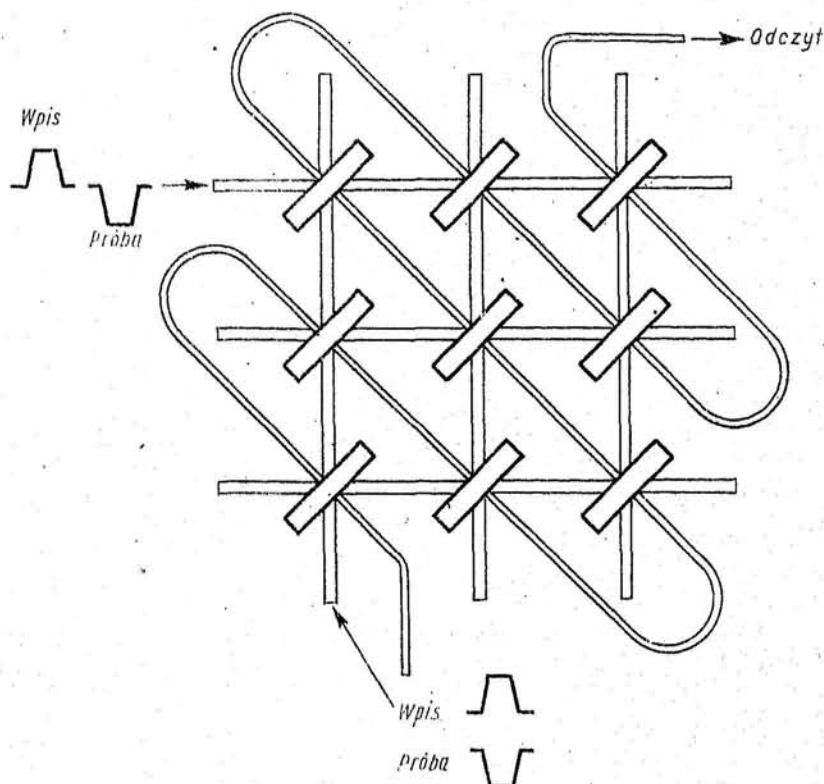
Obok odpowiedniego kształtu charakterystyki ważne jest, aby materiał rdzenia miał małe straty na prądy wirowe. Występowanie bowiem prądów wirowych powoduje brak proporcjonalności między chwilową wartością siły magnetomotorycznej a natężeniem prądu w uzwojeniu, w dalszej zaś konsekwencji powoduje opóźnienie procesu przemagnesowywania. Dla zmniejszenia wpływu prądów wirowych stosuje się bądź bardzo cienkie blachy ze stopów żelaza o dużej przenikalności, bądź też materiały ferrytowe. Materiały stopowe używa się w postaci taśm o grubości około $3\ \mu$ i szerokości 3 lub 6 mm, nawijanych przed wyżarzaniem na kształtki ceramiczne. Walcowanie do bardzo małych grubości powoduje w większości materiałów wzrost siły koercyjnej, a tym samym wzrost powierzchni pętli hysterezy, zapewne na skutek powiększenia stosunku objętości obszaru między domenami do objętości domen.

Materiały ferrytowe są korzystniejsze od stopowych ze względu na znacznie większy opór właściwy. Wadami materiałów ferrytowych są: stosunkowo mała indukcja nasycenia, mała przenikalność oraz niski punkt Curie.

Z punktu widzenia użytkowego pewną miarą wartości materiału może być minimalny czas przemagnesowania. Nie jest to kryterium jednoznaczne, ponieważ czas ten można zmniejszać stosując większą energię. Dlatego też m.in. czasy magnesowania uzyskane w różnych konstrukcjach nie są bezpośrednio ze sobą porównywalne. W każdym razie przy użyciu rdzeni ferrytowych uzyskano czas przemagnesowania $1\ \mu s$, przy użyciu rdzenia z taśmy - rzędu $10\ \mu s$.

Rdzenie ferrytowe są jeszcze mniejsze od taśmowych. W pewnej konstrukcji stosowano rdzenie cylindryczne o średnicy zewnętrznej 1,37 mm, wewnętrznej - 0,86 mm i wysokości 0,40 mm. Amplituda napięcia w obwodzie próbnym jest przy odczycie cyfry "1" 160 mV, przy odczycie cyfry "0" - 9,5 mV. W tej konstrukcji uzwojeń - w konwekcyjnym znaczeniu - nie ma. Przez rdzenie są przewleczone poziome i pionowe przewody, płynące zaś w nich prądy wytwarzają potrzebne pola

magnetyczne. Te same przewody są elementami konstrukcyjnymi (rys. 4-10). Ponieważ sąsiednie przewody są odległe od siebie zaledwie o 2 mm, rejestr zbudowany z rdzeni ferrytowych ma nieznaczną objętość na jednostkę pojemności.

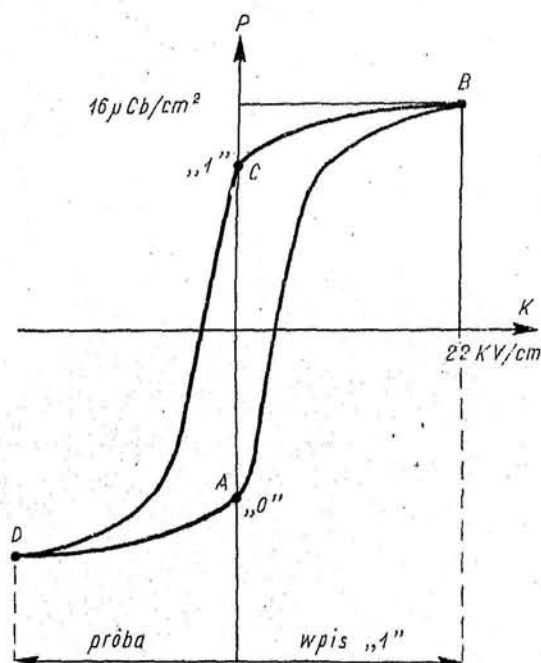


rys. 4-10. Układ rejestru magnetostatycznego z rdzeniami ferrytowymi

444. Rejestry ferroelektryczne. Do budowy rejestrów ferroelektrycznych nadają się nieliczne tylko dielektryki, te mianowicie, które w wygodnym z punktu widzenia użytkowego zakresie temperatur są ferroelektrykami. W materiałach tych występuje zjawisko spontanicznej polaryzacji, analogicznie do zjawiska spontanicznej magnetyzacji w materiałach ferromagnetycznych. W konsekwencji ich charakterystyki elektryzacji wykazują istnienie pętli hysterezy. Okoliczność ta pozwala na stosowanie ferroelektryków do budowy rejestrów binarnych.

Do najlepiej zbadanych materiałów ferroelektrycznych należą winian sodowo-potasowy (sól Rochelle'a)

i tytanian baru. Przyczyną polaryzacji są trwałe przesunięcia niektórych jonów w stosunku do ich idealnych położeń w siatce krystalicznej. Stan spontanicznej polaryzacji istnieje tylko poniżej tzw. temperatury Curie, która dla winianu sodowo-potasowego jest 20°C , zaś dla tytanianu baru wynosi 124°C . Zatem z tych dwóch materiałów tylko tytanian baru nadaje się do użytku w przeciętnych warunkach eksploatacji.

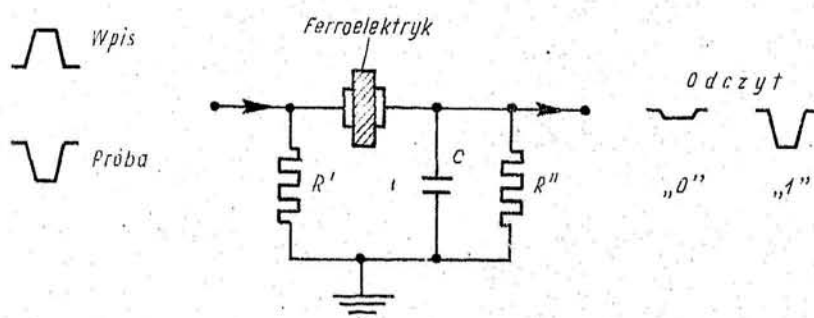


Rys. 4-11. Pętla histerezy tytanianu baru

Natężenie pola potrzebne do uzyskania nasycenia w tytanianie baru waha się od kryształu do kryształu w granicach 2500 V/cm do 22000 V/cm , wartość polaryzacji szczytkowej po osiągnięciu nasycenia jest około $16 \cdot 10^{-6}\text{ Cb/cm}^2$. Kształt pętli histerezy tytanianu baru pokazany jest na rys. 4-11.

W układzie indywidualnym elementem rejestru jest kondensator zawierający, jako dielektryk, monokrystaliczny tytanian baru. Dla zarejestrowania cyfry "0" lub "1" kondensator polaryzuje się impulsem napięcia o odpowiednio dobranym kierunku. Wytworzony stan polaryzacji jest trwały i zachowuje się z nieznacznymi zmianami nawet po zwarcie kondensatora.

Dla wykonania odczytu wykorzystuje się okoliczność, że pojemność kondensatora z ferroelektrycznym dielektrykiem jest funkcją przyłożonego napięcia. Schemat układu, który może służyć do odczytywania pokazany jest na rys. 4-12. Jeśli dielektryk był w stanie określonym punktem A, to impuls próbny spowoduje zmianę polaryzacji równą różnicy rzędnych punktów A i D, a tym samym wystąpienie niewielkiego ładunku na okładzinach i niewielkiego napięcia na kondensatorze C. Jeśli dielektryk był w stanie określonym przez punkt C, to zmiana polaryzacji równa różnicy rzędnych punktów A i C będzie duża i kondensator C naładuje się do napięcia wyższego niż w poprzednim przypadku. Opory R' i R'' służą do rozładowywania kondensatorów.



Rys. 4-12. Schemat układu do badania stanu polaryzacji kondensatora z ferroelektrykiem

Grubość dielektryka z tytanianu baru wynosi zazwyczaj od jednej do dwóch dziesiątych milimetra, średnica elektrod wystarczająca do wielu celów jest około 0,5 mm. Można na tej samej płytce umieszczać wiele par okładzin i rejestracje wytworzone za pomocą tych par są od siebie niezależne nawet wówczas, gdy odległości między sąsiednimi okładzinami są rzędu wielkości grubości dielektryka.

Do budowy ferroelektrycznych rejestrów macierzowych potrzebne są kryształy tytanianu baru o pętli hysterezy zbliżonej do prostokątnej. Układ macierzowy uzyskuje się przez przyłożenie z każdej strony kryształu zespołu elektrod podłużnych, przy czym kierunki tych elektrod po dwóch stronach kryształu są do siebie nawzajem prostopadłe. Rejestracja

następuje w obszarze dielektryka leżącego na skrzyżowaniu wybranej pary elektrod, po jednej z każdej strony. Objętość rejestru ferroelektrycznego w układzie macierzowym jest jeszcze mniejsza od objętości rejestru magnetostatycznego.

445. Rejestry elektrostatyczne. Wszystkie rodzaje rejestrów elektrostatycznych są budowane w oparciu o technikę lamp oscyloskopowych. Liczba istniejących rozwiązań konstrukcyjnych jest znaczna. Większość zawiera specjalne lampy stanowiące modyfikacje typów konwencjonalnych, jednakże duże rozpowszechnienie znalazły rejestry wykorzystujące lampy oscyloskopowe dostępne w handlu.

W rejestrach tego typu na zewnątrz lampy i na wprost ekranu fluoryzującego znajduje się ekran metalowy. Przypuśćmy, że potencjał przyspieszający strumień elektronów jest tak dobrany, że współczynnik emisji wtórnej z ekranu fluoryzującego jest większy od jedności. Elektrony wtórne częściowo wracają do obszaru, skąd zostały wyemitowane, częściowo przechodzą do obszarów przyległych do ekranu, większość zaś trafia na metalizowaną powierzchnię ścianek, połączoną z ostatnią anodą. Wkrótce po rozpoczęciu bombardowania przez elektrony pierwotne określonego obszaru na ekranie fluoryzującym potencjał tego obszaru, na skutek utraty elektronów, wzrasta. Wzrost ten powoduje silniejsze przyciąganie elektronów wtórnych i zwiększenie frakcji elektronów powracających do tego obszaru. Potencjał tego obszaru szybko stabilizuje się na poziomie równowagi, przy którym stosunek liczby elektronów wtórnych, traconych przez ekran, staje się równy liczbie elektronów pierwotnych. Opisany wzrost potencjału ekranu fluoryzującego powoduje, poprzez pojemność między nim a zewnętrznym ekranem metalowym, powstanie krótkotrwałego impulsu napięcia dodatniego w obwodzie tego ostatniego.

Dodatni ładunek na zbombardowanym obszarze po ustaniu bombardowania powoli rozpływa się i po pewnym czasie obszar ten powraca do potencjału praktycznie równego pierwotnemu. Jednakże w okresie czasu dostatecznie krótkim - rzędu wielkości pół sekundy lub mniejszym - potencjał ten zmniejsza się nieznacznie. Jeśli w okresie tym skierujemy ponownie na ten sam obszar strumień elektronów, to impuls

w obwodzie zewnętrznego ekranu nie powstanie, ponieważ potencjał obszaru bombardowanego miał już potencjał równowagi. W ten sposób bombardując różne obszary ekranu mamy możliwość stwierdzania, jaki jest potencjał badanego obszaru a tym samym możliwość krótkotrwałej rejestracji dwóch odmiennych stanów.

Działający na tej zasadzie rejestr byłby wielce niedoskonały, chociażby dlatego, że bombardowanie próbne powoduje skutek ten sam, co bombardowanie wpisujące, wobec czego nie można tu stosować regeneracji zapisu. Rzeczywiście, skoro w okresie pierwszej regeneracji strumień elektronów dokonuje próby potencjałów wszystkich obszarów, to już w okresie drugiej regeneracji zidentyfikowanie pierwotnego zapisu jest niemożliwe, bo strumień próbny podczas pierwszej regeneracji wszędzie wpisał cyfry "1".

Od wady tej można uwolnić się stosując do zapisu dwa przyległe obszary ekranu, np. dwa jednakowe obszary kołowe. Przypuśćmy, że na jednym z tych obszarów, który będziemy nazywali pierwszym, została wpisana cyfra "1", a następnie strumień elektronów został skierowany na drugi obszar pary. Wówczas elektrony emisji wtórnej, mające małą szybkość, będą przyciągane przez dodatni potencjał pierwszego obszaru i potencjał ten szybko spadnie do zera. Jeśli strumień elektronów ponownie zostanie skierowany na pierwszy obszar, to w obwodzie zewnętrznym powstanie impuls, którego by nie było, gdyby nie uprzednie bombardowanie drugiego obszaru.

Jak widać, potencjały dwóch przyległych obszarów są powiązane w taki sposób, że przez skierowanie próbnego strumienia elektronów na jeden z nich można wyciągnąć wnioski o tym, co działo się w drugim. Wynikające stąd możliwości są konstrukcyjnie wykorzystywane w sposób następujący.

Do rejestracji każdego binu używa się pary przyległych obszarów, które będziemy nazywali obszarem A i obszarem B. Każda para jest umieszczona w takiej odległości od innych par, że zachodzące w niej przebiegi są praktycznie niezależne od przebiegów w innych parach. Obszar B służy do wpisywania, obszar A - do próby.

Za każdym okresem regeneracji próbny strumień elektronów pada na obszar A; jeśli w poprzednim

okresie obszar B był regenerowany to w obwodzie zewnętrznym powstaje impuls, który decyduje o tym, że obszar B należy poddać ponownej regeneracji; jeśli obszar B nie był regenerowany w poprzednim okresie, to strumień próbny padający na obszar A nie wywoła impulsu w obwodzie zewnętrznym, co zadecyduje o tym, że strumień elektronów ominie w danym okresie regeneracji obszar A. W ten sposób odpowiadający pewnej cyfrze raz ustalony potencjał obszaru A może być utrzymany dowolnie długo.

Okresy regeneracji i okresy czasu zarezerwowane na czynności wpisywania i odczytywania następują na ogół na przemian. Czasem są one tej samej długości. Regenerację wykonuje się bądź kolejnymi miejscami wpisu, bądź też wierszami lub kolumnami takich miejsc. Na regenerację zapisu jednego binu zużywa się 10 do 12 μ s. Połowę tego czasu przeznaczają się na odnalezienie regenerowanego obszaru, połowę - na próbę i regenerację ładunku.

Gdyby nie okresy regeneracji, to czas oczekiwania rejestru byłby zawsze równy czasowi potrzebnemu przy wpisywaniu lub przy odczytywaniu; osiągalny czas każdej z tych czynności jest 6 μ s. Regeneracja wprowadza czasy dodatkowe, które zwiększają przeciętny czas oczekiwania. Czas ten jest znacznie większy, jeśli regeneracja odbywa się liniami binów, tzn. wierszami lub kolumnami. Opóźnienie jest wówczas nieco większe od jednej czwartej okresu regeneracji. Przy dwudziestu binach w jednej linii i czasie regeneracji 12 μ s/bin wprowadzane opóźnienie jest przeciętnie nieco powyżej 60 μ s; nie jest to wartość nadmierna i dlatego regeneracja liniami znalazła zastosowanie w niektórych maszynach.

W rozwiązaniu rzeczywistym obszary A i B nie sąsiadują ze sobą, lecz A jest pierścieniem otaczającym kołowy obszar B. Średnica zewnętrzna A jest mniej więcej dwukrotnie większa od średnicy B. Przejście z jednego z tych obszarów do drugiego odbywa się przez zmianę koncentracji wiązki elektronów, skąd pochodzi nazwa rejestrów elektrostatycznych pracujących systemem ogniskowania.

System ogniskowania jest ważny ze względu - o czym już była mowa - na możliwość stosowania w nim lamp oscyloskopowych zwykłych typów. System ten został z pomyslnym wynikiem wypróbowany w niektórych

maszynach. Istnieje wiele innych rozwiązań konstrukcyjnych rejestrów elektrostatycznych, przy czym większość z nich stosuje rynkowe lampy oscyloskopowe, niektóre zaś - lampy swoistej konstrukcji zasadniczo odmienne od konwencjonalnej. Dłuższa obserwacja wykaze, które z tych rozwiązań są najlepiej dostosowane do potrzeb praktyki. W każdym razie w ramach istniejących maszyn rejestry elektrostatyczne są często stosowane do budowy pamięci o najmniejszym czasie oczekiwania.