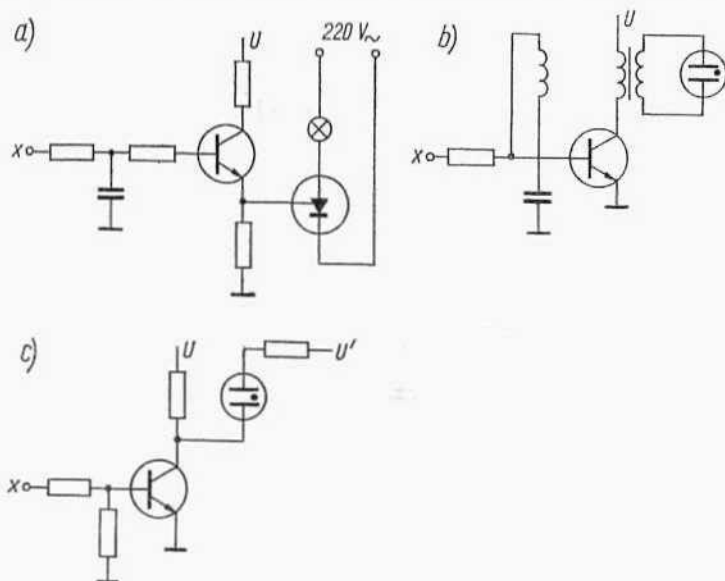


## 6.5. ZESPOŁY INDYKACJI I REJESTRACJI

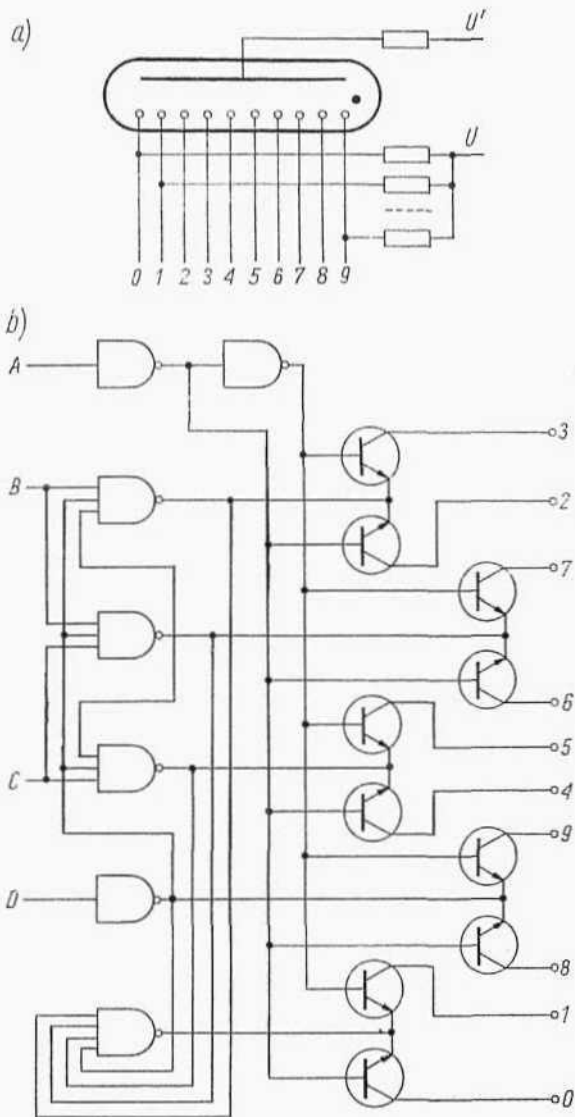
## 6.5.1. WSKAŹNIKI CYFROWE

Wskaźnikami cyfr binarnych (sygnałów dwuwartościowych) są najczęściej żarówki i lampy jarzeniowe. Żarówki są zazwyczaj sterowane bezpośrednio przez elementy wzmacniające wchodzące w skład systemu albo za pośrednictwem dodatkowych tranzystorów. Żarówka dużej mocy



Rys. 6-19. Sterowanie lampami żarowymi i jarzeniowymi

może być sterowana przez tyrystor (rys. 6-19a). Lampy jarzeniowe są trwalsze, ale wymagają stosowania napięć zasilających wyższych niż 100 V. W układzie z rys. 6-19b napięcia takiego dostarcza generator sterowany (osobny dla każdej lampy). W najczęściej stosowanym układzie z dodatkowym napięciem zasilającym (rys. 6-19c) na lampie występuje napięcie  $U'$ , gdy tranzystor przewodzi, i  $(U' - U)$ , gdy nie przewodzi. Wartości napięć są tak dobrane, że ta zmiana wystarcza do zapłonu i gaszenia. Gdy napięcia  $U$  i  $U'$  mają ten sam znak, lampa świeci przy  $x = 1$ , gdy mają znaki przeciwne, lampa świeci przy  $x = 0$  (gdyż wówczas jest  $U' - U > U$ ).

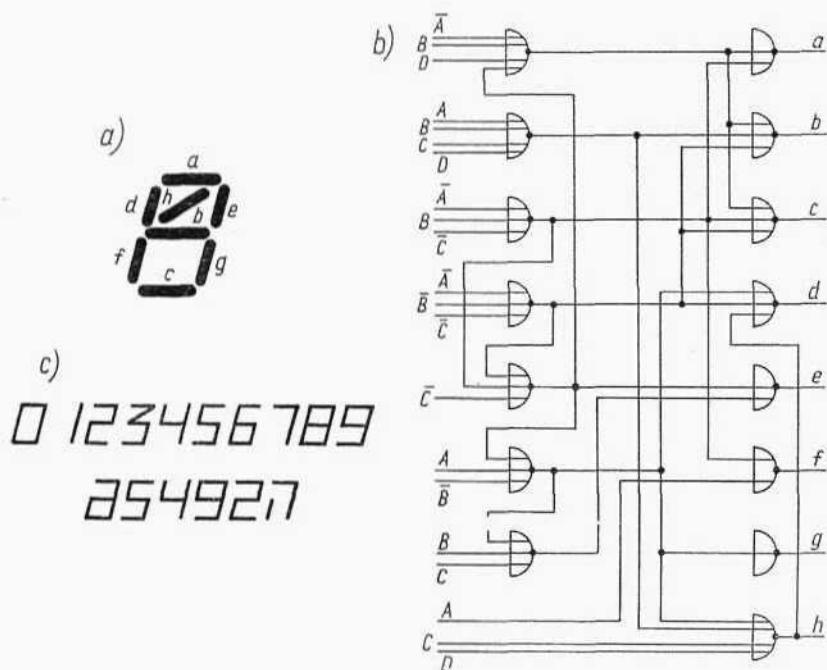


Rys. 6-20. Lampa cyfrowa jarzeniowa (a) i układ dekodera kodu 8421 (b)

Najczęściej stosowane wskaźniki cyfr dziesiętnych to:

- lampa cyfrowa jarzeniowa,
- wskaźnik segmentowy,
- wskaźnik projekcyjny,
- wskaźniki punktowe i mozaikowe.

*Lampa cyfrowa jarzeniowa* ma katody wykonane z drutu w kształcie cyfr. Doprowadzenie napięcia do wspólnej anody i wybranej katody powoduje jarzenie się gazu wokół katody. Lampa taka pracuje zazwyczaj w układzie podobnym do przedstawionego na rys. 6-19c. Tranzystory dołączane do katod (rys. 6-20a) pracują w kodzie „1 z 10”, a dekodery z dowolnego kodu wejściowego mogą być budowane w sposób opisany wyżej. Bardzo często wykorzystuje się fakt, że ostatni tranzystor współpra-



Rys. 6-21. Wskaźnik 8-segmentowy (a), układ translatora kodu 8421 na kod wskaźnika (b) i kształt znaków dla kolejnych kombinacji kodu (DCBA) translatora (c)

cuje bezpośrednio z elektrodą lampy (nie musi generować sygnału logicznego standardowego) do sterowania zarówno bazy jak i emitera tranzystora. Na przykład w układzie z rys. 6-20b napięcie baz decyduje o parzystości cyfry, a pary cyfr wybiera się napięciem emitera. Odpowiedni układ może być prostszy, jeśli są do dyspozycji również negacje argumentów albo jeśli lampa ma dwie anody.

*Wskaźnik segmentowy* to najczęściej 7 albo 8 (rys. 6-21a) podświetlanych segmentów, z których można zestawić kształty cyfr lub potrzebnych znaków. Konwerter z dowolnego kodu buduje się według znanych zasad. Jeśli projektuje się konwerter uproszczony, kombinacje wejściowe, odpowiadające liczbom 10, 11, ..., 15, generują przypadkowe znaki (rys. 6-21c); dla uniknięcia ewentualnych błędów odczytu, można zbudować konwerter wyraźnie sygnalizujący tetrady nieprawidłowe. Segment *h* (rys. 6-21a) może być również wykorzystany w cyfrach 1 i 4; we wskaźnikach 7-segmentowych nie występuje.

*Wskaźnik projekcyjny* ma tyle żarówek, ile wyświetlanych znaków. Strumień świetlny żarówki przechodzi przez kliszę z przezroczystym kształtem znaku *i* — przez system soczewek — wyświetla obraz na matowym ekranie. Przy *n* znakach kodem wejściowym jest „1 z *n*”.

*Wskaźnik punktowy* to prostokąt, złożony z małych jednakowych pól (np.  $5 \times 8$ ). Każde pole jest podświetlane żarówką, a wybór żarówek określa wyświetlany znak. Przy dużej liczbie pól znaki mogą mieć bardziej precyzyjny kształt niż we wskaźniku segmentowym, ale konwerter jest bardziej złożony. Niekiedy pola wskaźnika nie są jednakowe, lecz tworzą mozaikę o tak dobranych profilach, by zestawione znaki miały najlepsze kształty.

Wszystkie wymienione wskaźniki mają wady:

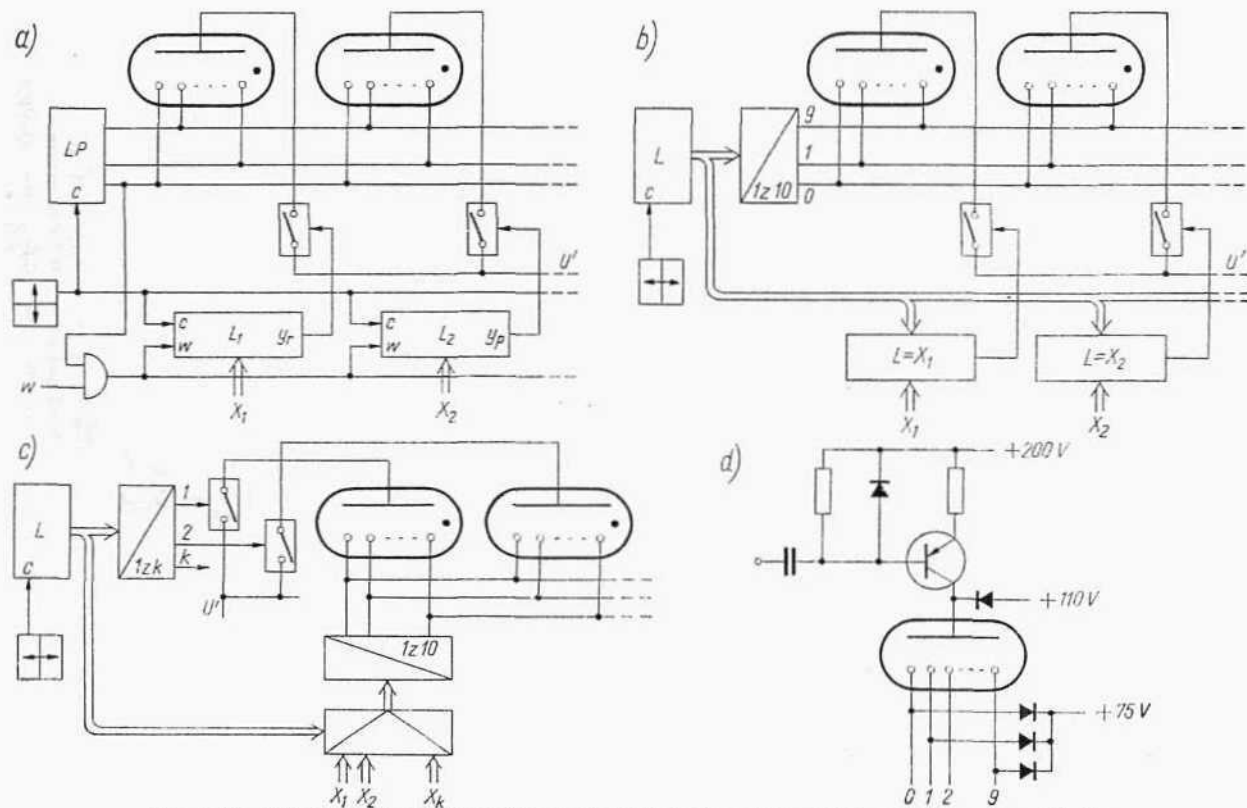
- jarzeniowy — należy dostarczyć dodatkowe napięcie zasilające,
- segmentowy — ma niekształtne znaki,
- projekcyjny — ma duże wymiary, wymaga silnych źródeł światła (mała trwałość),
- punktowy — zawiera złożony konwerter kodu, dużo wzmacniaczy i żarówek.

Najtańszy jest wskaźnik segmentowy; przy niedożarzonych żarówkach może też mieć dużą trwałość i dlatego jest chętnie stosowany. Wskaźniki punktowe są używane tylko w układach wolno działających z konwerterami przekąźnikowymi, nie wymagającymi wzmacniaczy.

Wskaźniki cyfrowe są zazwyczaj zestawiane w grupy, dla obrazowania całych liczb dziesiętnych. Jeśli wskaźników w urządzeniu jest dużo, to powtarzające się dla każdej dekady konwertery podnoszą koszt urządzenia. Można temu zaradzić przez stosowanie tzw. *indukcji dynamicznej*, która polega na impulsowym, okresowym zasilaniu lamp. Przerwy w zasilaniu nie są zauważalne dzięki bezwładności lamp. Istnieją 3 podstawowe metody przełączania elektrod.

W *układzie ze zliczaniem* (rys. 6-22a) cyfry  $X_i$  wpisuje się do liczników  $L_i$ . Generator w sposób ciągły zmienia stan tych liczników i jednocześnie stan licznika pierścieniowego  $LP$  (lub innego — z dekoderm), którego wyjścia sterują katodami lamp w kolejności 0,9,8, ..., 1. Napięcie anodowe poszczególnych lamp jest załączone na krótko gdy odpowiedni licznik zostaje przepełniony ( $y_p$  zmienia stan z 1 na 0). Łatwo można sprawdzić, że przepełnienie następuje w chwili, gdy licznik  $LP$  wybrał katodę o numerze równym początkowemu stanowi dekady. Obraz cyfry we wskaźniku jarzeniowym jest wyraźny, gdy częstotliwość impulsowego pobudzania nie jest mniejsza od 25 Hz, więc generator musi być odpowiednio dobrany. Liczniki  $L_i$  można również wykorzystać do zliczania impulsów informacyjnych (szeregowego wprowadzania kodu unitarnego), przerywając na czas wpisywania cykl odczytu i dołączając odpowiednie przełączniki. Klucz anodowy jest na rysunku przedstawiony w postaci zestyku, ale zazwyczaj jest to specjalny układ tranzystorowy, z rozbudowanym systemem ograniczeń napięciowych dla tranzystorów (rys. 6-22d).

*Układ z porównywaniem* (rys. 6-22b) przełącza katody w sposób podobny do poprzedniego, natomiast anody są załączane w chwili, gdy właściwy komparator stwierdzi równość cyfry dziesiętnej  $X_i$  i stan licznika  $L$ . Kody wszystkich cyfr  $X$  muszą tu być jednakowe i takie jak kod licznika  $L$  (dla uproszczenia komparatorów). Komparatory cyfrowe nie są układami bardzo tanimi i dlatego niekiedy cyfry  $X$  i stan  $L$  zamienia się na sygnał ciągły (np. w prostym przetworniku z przebiegiem пилоkształtnym), dokonując potem porównania napięć.



Rys. 6-22. Układy indukacji dynamicznej: a) ze zliczaniem; b) z porównywaniem; c) z selekcją; d) przykład klucza

W układzie *z selekcją cyfr* (rys. 6-22c) licznik  $L$  załącza napięcia anodowe w stałym cyklu, określając jednocześnie adres właściwej dekady w kolektorze grupowym. To rozwiązanie jest stosowane najczęściej, ale konkurencyjność innych układów zależy od liczby lamp i realizacji układów.

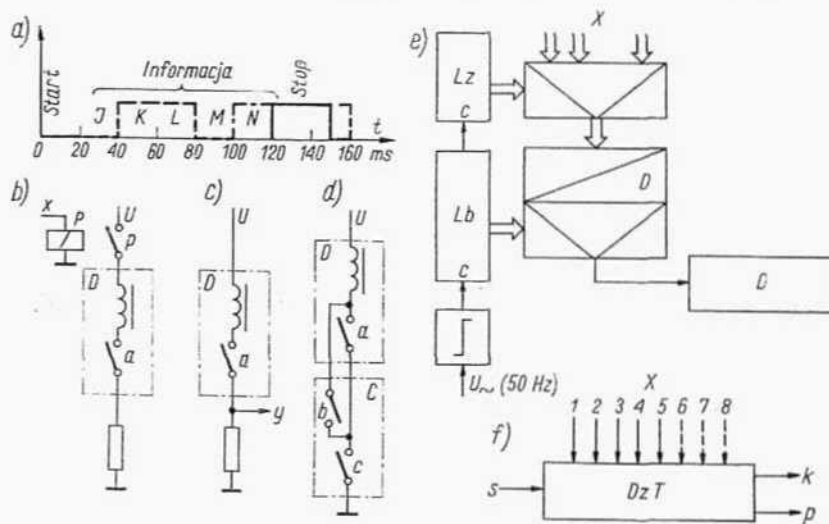
Kolektory grupowe mogą być również wykorzystane w przypadku, gdy wiele różnych liczb odczytuje się kolejno na jednym zespole wskaźników.

### 6.5.2. URZĄDZENIA REJESTRACJI

Liczba istniejących urządzeń do rejestracji danych liczbowych jest bardzo duża, ale w automatyce występują najczęściej:

- dziurkarka taśmy,
- dalekopis,
- elektryczna maszyna do pisania.

*Dziurkarka taśmy* jest urządzeniem przystosowanym do dziurkowania 5 ... 8 otworów w taśmie papierowej, na podstawie informacji wej-



Rys. 6-23. Dalekopis: a) przebieg prądu wejściowego, odpowiadający jednemu znakowi; b) układ odbiorczy; c) układ nadawczy; d) układ przepisywania z taśmy; e) schemat blokowy tworzenia sygnałów dalekopisu; f) ogólne oznaczenie dziurkarki taśmy z wejściami równoległymi

ściowej, wpisanej do rejestru buforowego. Dziurkowanie i przesuwanie taśmy odbywa się na rozkaz z zewnątrz (START — *s* na rys. 6-23f); koniec dziurkowania i wyzerowanie rejestru jest sygnalizowane sygnałem KONIEC (WOLNY, GOTÓW). Niekiedy jest także sygnalizowany koniec taśmy (*p*). Typowa prędkość maksymalna przesuwania taśmy w produkowanych dziurkarkach wynosi 100 ... 150 rzędów na sekundę.

*Dalekopis* może wykonywać kilka różnych funkcji. Jako odbiornik informacji zamienia ciągi binarne szeregowo na rzędy dziurek taśmy papierowej (gdy pracuje jego perforator) lub drukuje odpowiednie znaki na arkuszach papieru. Ciąg sygnałów potrzebnych do wydrukowania jednego znaku jest przedstawiony na rys. 6-23a. Ciągły stan 1 oznacza stan oczekiwania. Pierwszy element startowy ma zawsze wartość 0; pięć następnych elementów przybiera wartości określone tablicą 1-5, natomiast ostatni element ma zawsze wartość 1. Elementy startowe i informacyjne trwają po 20 ms, element stop — najmniej 30 ms. Organem wejściowym odbiornika jest cewka elektromagnesu. Przerywając prąd w cewce, np. zestykiem (jak na rys. 6-23b), powoduje się drukowanie znaków. Wewnętrzny zestyk *a* jest zwierany w chwili załączenia napięcia zmiennego, zasilającego inne części dalekopisu, natomiast przy naciskaniu klawiszy zestyk *a* impulsuje — generując odpowiednie ciągi. W układzie z rys. 6-23c można więc dalekopis wykorzystać jako nadajnik ciągów szeregowych. Z dalekopisem może współpracować specjalny czytnik taśmy. Zazwyczaj jest on uruchamiany ręcznie i pracuje w sposób ciągły, zamieniając informację o położeniu dziurek w ciągi sygnałów, wysyłanych zestykiem *c* (rys. 6-23d). Inny zestyk (*b*) jest zwarty przez cały czas pracy czytnika, wykluczając wpływ stanu klawiszy, w przypadku gdy czytnik współpracuje bezpośrednio z dalekopisem. Ze względu na sposób sterowania czytniki dalekopisowe są mało przydatne w układach automatyki, natomiast dalekopisy są często stosowane do przygotowywania taśmy perforowanej.

Na rys. 6-23e przedstawiono przykładowy układ drukowania znaków *X* za pomocą dalekopisu. Zakodowane znaki są kolejno wprowadzane do konwertera kodu przez licznik znaków *Lz*, sterujący kolektor grupowy. Po zmianie kodu wejściowego na dalekopisowy, jest on zamieniany w postać szeregową za pomocą kolektora, sterowanego 8-bitowym licznikiem

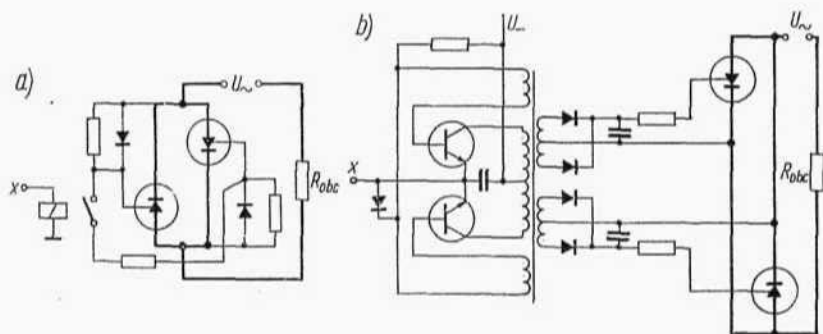


bitów  $L_b$ . Konwerter kodu i kolektor są zazwyczaj budowane łącznie; kolektor i licznik bitów można zastąpić rejestrem przesuwającym. Taktowanie licznika bitów napięciem zmiennym zapewnia właściwy czas taktu.

W *elektrycznych maszynach do pisania* wydrukowanie znaku następuje po doprowadzeniu do wejść ciągu równoległego sygnałów binarnych. Kod jest określany przez producenta; w najprostszym przypadku jest to kod „1 z  $n$ ” (jedno wejście — jeden klawisz).

## 6.6. ZESPOŁY WYKONAWCZE

Odbiornikami dwuwartościowych sygnałów wyjściowych urządzeń cyfrowych są najczęściej cewki przekaźników, styczników, przetworników elektropneumatycznych, silników itp. Między tymi odbiornikami

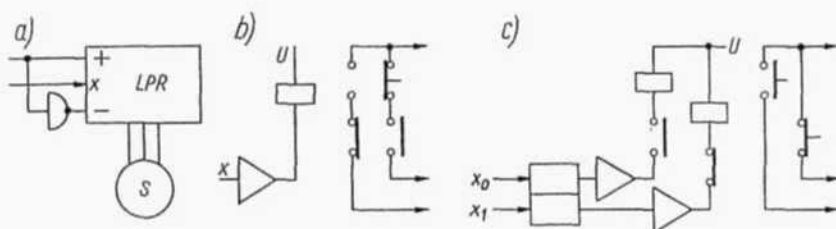


Rys. 6-24. Przykłady wzmacniaczy tyrystorowych

a częścią logiczną urządzenia umieszcza się wzmacniacze różnych typów. Przy mniejszych mocach wyjściowych wystarczają wzmacniacze tranzystorowe, opisane w p. 2.3.3, często wchodzące w skład systemu elementów lub zalecane przez producenta tych elementów. Rolę ostatniego stopnia wzmacniacza pełni niekiedy kontaktron. Przy większych mocach są stosowane wzmacniacze magnetyczne, ale najczęściej — wzmacniacze tyrystorowe. Dwa przykłady takich układów, o różnych zasadach sterowania, pokazano na rys. 6-24.

Nietypowym odbiornikiem sygnałów dwuwartościowych jest silnik krokowy, zamieniający sygnały w kodzie unitarnym na położenie wału. Sposób sterowania silnika zależy od jego budowy, ale zawsze polega na kolejnym dostarczaniu napięcia do różnych cewek. Można to łatwo zrealizować za pomocą licznika pierścieniowego lub rejestru przesuwającego (rewersyjnego, jeśli silnik obraca się w obydwu kierunkach).

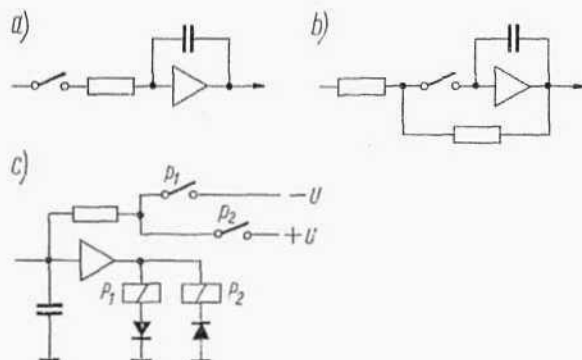
Dwustanowe zmiany położenia (np. zamknięcie i otwarcie zasuw) realizuje się przez sterowanie odpowiedniego siłownika. Stosowane są dwa rodzaje takiego sterowania, w przypadku styczników przedstawione na rys. 6-25. Gdy stan jednego stycznika decyduje o położeniu-łączniki krańcowe przerywają obwody wykonawcze, a w jednym położeniu cewka



Rys. 6-25. Sterowanie silnika krokowego (a) i dwa sposoby sterowania obiektów dwupołożeniowych (b,c)

stycznika jest zawsze pod napięciem. Gdy położenie jest ustalane dwoma stycznikami, łączniki krańcowe przerywają obwody cewek i styczniki pracują tylko przy zmianach położenia. Zamiast styczników załączających silnik elektryczny mogą występować również przetworniki wykonawcze elektropneumatyczne itp. W obydwu przypadkach styczniki mogą być uruchamiane jednym tylko sygnałem logicznym  $x$  (ewentualnie z negacją) i wówczas  $x = 0$  oznacza jeden stan obiektu, a  $x = 1$  — drugi, albo dwoma sygnałami — za pośrednictwem przerzutnika. Zmiana stanu obiektu odbywa się wówczas pod wpływem krótkotrwałych impulsów  $x_0$  i  $x_1$ . Zastosowanie przerzutników umożliwia wprowadzenie *podziału czasu* w obsłudze zespołów wykonawczych — szybki układ przetwarzający informację dołącza się kolejno do różnych grup odbiorników, zastępując wiele czynności wykonywanych równocześnie prostszymi czynnościami, wykonywanymi po kolei.

Problem pamiętania wartości wyjściowych komplikuje się, gdy ciąg sygnałów binarnych opisuje wielkość wyjściową ciągłą. Jeśli takich przetworzonych sygnałów ciągłych jest dużo, pamiętanie ich odpowiedników cyfrowych w rejestrach lub innych pamięciach binarnych jest bardzo kosztowne. Dobrym rozwiązaniem jest wówczas zamiana liczby binarnej na sygnał ciągły w przetworniku cyfrowo-analogowym i zapamiętywanie sygnału ciągłego w elemencie pamięci analogowej. Zazwyczaj jeden przetwornik c/a obsługuje wiele takich pamięci, które są dołączane kolejno



Rys. 6-26. Pamięć analogowa przyrostowa (a), bezpośrednia (b) i różnicowa (c)

przez układ selektora tak jak separator dołącza sygnały wejściowe do przerzutnika a/c. Najprostszy element pamięci analogowej z rys. 6-26a jest wzmacniaczem w układzie całkowania. Po dołączeniu sygnału wejściowego następuje jego całkowanie i — w zależności od jego znaku — sygnał wyjściowy ulega zmniejszeniu albo powiększeniu. Jak z tego wynika, sygnał wejściowy powinien tu być sygnałem przyrostowym, określającym zmianę stanu wyjścia. Wielkość zmiany można określić albo amplitudą sygnału wejściowego przy stałym czasie dołączenia wejścia, albo czasem trwania sygnału przy stałej amplitudzie. Przetwornik cyfrowo-analogowy może więc być typu cyfra/napięcie, albo cyfra/czas. W układzie pamięci z rys. 6-26b, przy zamkniętym zestyku sygnał wyjściowy osiąga wartość sygnału wejściowego i utrzymuje ją po otwarciu zestyku. Zastosowanie w tych układach dobrych wzmacniaczy scalonych, z bardzo

dużą rezystancją wejściową, umożliwia uzyskanie pamięci ze zmianami nie większymi niż 0,3 ... 0,5 % na godzinę.

Schemat z rys. 6-26c tworzy pamięć wraz z silnikiem sterowanym przekaźnikami *P*. Sygnał wejściowy (krótkotrwały) powoduje naładowanie kondensatora do odpowiedniej wartości napięcia; jeśli wartość ta jest różna od zera, działa jeden z przekaźników, rozładowując kondensator. Czas rozładowania jest proporcjonalny do wartości sygnału, a więc układ zamienia amplitudę krótkotrwałego sygnału wejściowego na czas działania jednego z przekaźników, co dalej może być zamienione na położenie wału silnika itp.

## LITERATURA

1. Гумис Э. И.: Преобразователи информации. Москва 1970, Энергия.
2. Gronowski J., Kostro J.: Przetworniki a/c i urządzenia współpracy z obiektem. Ośrodek Postępu Technicznego NOT. Warszawa 1971.
3. Hoeschele D. F.: Analog-to-digital/digital-to-analog Conversion Techniques USA 1968, J. Wiley.
4. Лернер М. И.: Цифровая индикация. Москва 1970, Энергия.
5. Libura A. L., Nadchowski M.: Przetworniki analogowo-cyfrowe. Warszawa 1973, WNT.
6. Писарев А. Л.: Выходные устройства бесконтактных систем автоматики. Москва 1969, Энергия.
7. Sowiński A.: Cyfrowa technika pomiarowa. Warszawa 1970, WKiŁ.