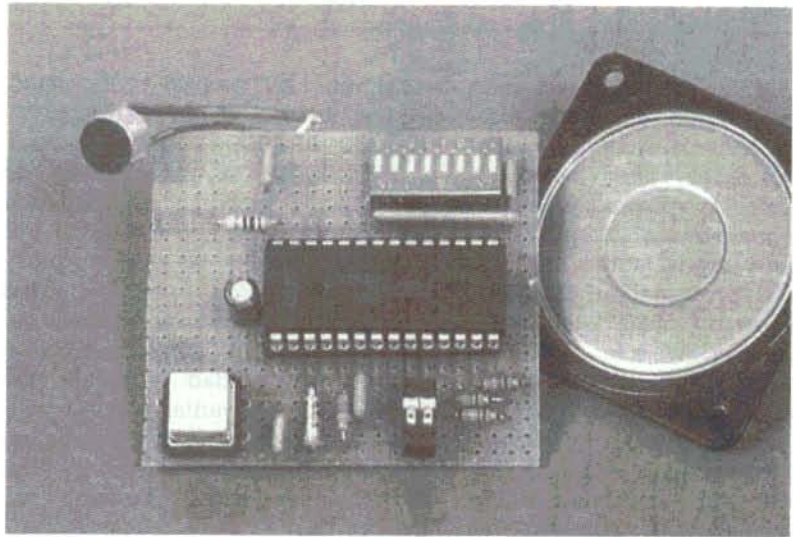


# Układy ISD10xx

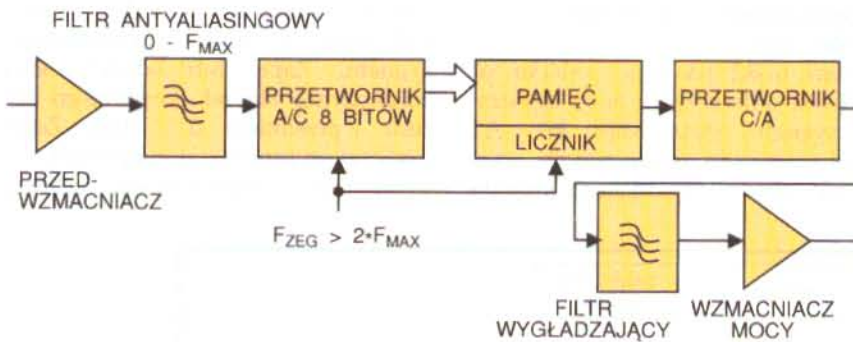
## właściwości i aplikacje

Do niedawna mało znana firma amerykańska ISD (Information Storage Devices), specjalizująca się w produkcji układów scalonych do cyfrowego przetwarzania sygnałów (DSP - ang. Digital Signal Processing), robi ostatnio wielką furorę układami rodziny ISD10xx. Jeden z tych układów - ISD 1016 - poznaliśmy już w artykule "Automatyczna sekretarka" - EP 4/93. Warto się zapoznać z całą rodziną układów ISD10xx, służących do cyfryzacji, zapamiętywania, a następnie odtwarzania sygnałów audio. Układy te, nazywane pamięciami analogowymi, mają wiele bardzo różnorodnych zastosowań.

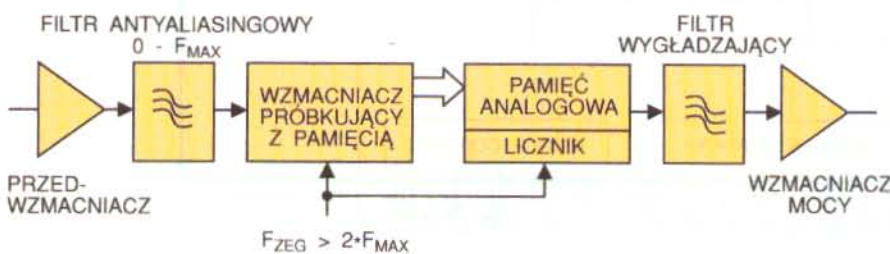


Schemat blokowy typowego układu realizującego wymienione funkcje przedstawia rys. 1. Założmy, że sygnał akustyczny ma pasmo ograniczone do 300 - 3000Hz. Częstotliwość próbkowania powinna być

dwukrotnie większa od najwyższej częstotliwości sygnału. Przy założeniu, że częstotliwość próbkowania wynosi 6,4kHz, jedna sekunda sygnału odpowiada 6400 próbkom, po 8 bitów każda. Zapamiętanie 20 sekund sygnału wymaga więc pamięci o pojemności 1Mbit. Układy ISD działają zgodnie ze schematem przedstawionym na rys. 1, z jednym wyjątkiem - nie dokonują konwersji A/C, zaś próbki sygnału są zapamiętywane w pamięci analogowej, co pozwala na oczywistą oszczędność, jaką stanowi wyeliminowanie przetworników A/C i C/A (rys. 2).



Rys. 1. Schemat funkcjonalny układu realizującego w typowy sposób funkcje cyfryzacji, pamiętania i odtwarzania sygnałów audio



Rys. 2. Schemat funkcjonalny układu z rodziny ISD10xx

Układy ISD są produkowane w trzech wersjach, różniących się maksymalną długością zapamiętywanego sygnału, która może wynosić 12, 16 lub 20 sekund, oraz częstotliwością próbkowania, czyli pasmem (tab. 1). Schemat blokowy struktury tych układów przedstawia rys. 3.

### Opis układu ISD1020A

Sygnał wyjściowy mikrofonu elektretowego jest podawany na wejście MIC układu (wyprowadzenie 17). Wartości kondensatora sprzęgającego i oporności wejściowej (10kΩ) wyznaczają dolną częstotliwość graniczną. Wyprowadzenie 18 układu

Tab. 1. Podstawowe parametry układów ISD10xx

	Max. czas trwania zarejestrowanej informacji [s]	Częstotliwość próbkowania [kHz]	Szerokość pasma [kHz]
ISD1012	12	10,6	4,5
ISD1016	16	8	3,4
ISD1020	20	6,4	2,7

powinno być zwarte do masy przez kondensator. Wzmocnienie pierwszego stopnia jest określone przez napięcie automatycznej regulacji wzmocnienia (wyprowadzenie 19) i wynosi maksimum około 24dB. Wzmocniony sygnał audio jest dostępny na wyprowadzeniu 21 i następnie podawany przez kondensator sprzęgający na wejście ANA IN (wyprowadzenie 20). Wartość rezystancji wejściowej wynosi 2,7kΩ, i wraz z wartością pojemności kondensatora sprzęgającego określa dolną częstotliwość graniczną. Istnieje oczywiście możliwość wprowadzenia sygnału bezpośrednio na wejście 20, z pominięciem pierwszego stopnia wzmacniacza. Układ ARW (ang. AGC) dostosowuje dynamikę sygnału do wymagań układów przetwarzania sygnału, a także poprawia stosunek sygnału do szumu. Napięcie wyjściowe wzmacniaczy jest prostowane i filtrowane przez filtr dolnoprzepustowy złożony z oporności wyjściowej układu ARW i zewnętrznego kondensatora, podłączonego do wyprowadzenia 19. Stała czasowa tego układu określa szybkość reakcji układu ARW. Układ ten obniża wzmocnienie dla napięć sygnału przekra-

żających 1,8V, poniżej 1,5V wzmocnienie wynosi około 24dB.

**Wyjścia SP+/SP-**

Wyjścia te są przeznaczone do podłączenia głośnika o impedancji co najmniej 16Ω. Głośnik może być włączony między te wyjścia, lub - przez kondensator - między jedno z wyjść a masę. Podczas wprowadzania sygnału do pamięci układu, a także gdy układ znajduje się w stanie oczekiwania, wyjścia SP+ i SP- są połączone z potencjałem odniesienia części analogowej Vss. **Wyprowadzenie PD (Power Down, 24)**

Gdy układ znajduje się w stanie oczekiwania, przyłożenie wysokiego poziomu napięcia na wejście PD umożliwi ograniczenie poboru prądu. Na przykład, kiedy po zakończeniu odtwarzania zarejestrowanej informacji sygnał /EOM przechodzi w stan niski, sygnał /PD powinien przejść w stan wysoki.

**Wyprowadzenie CE (Chip Enable, 23)**

Stan niski na tym wejściu umożliwia odtworzenie bądź rejestrację sygnału. Stany wejść A0 - A7 są odczytywane w momencie wystąpienia zbocza opadającego sygnału

/CE. Gdy stan na wejściu /CE jest wysoki, wejście AUX IN jest połączone bezpośrednio ze wzmacniaczem wyjściowym.

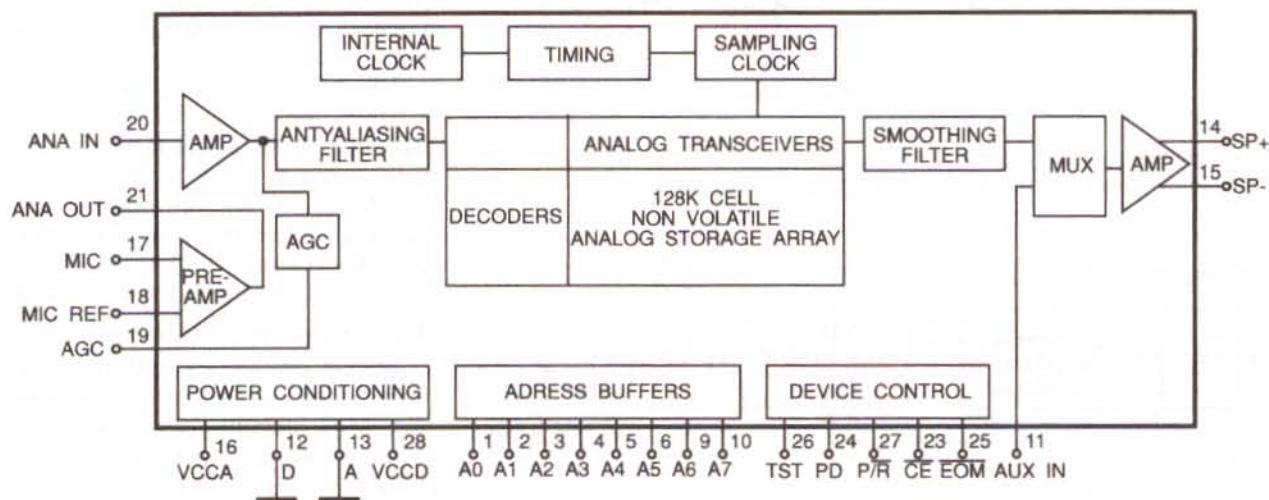
**Wyprowadzenie P/R (playback/recording, 27)**

W momencie pojawienia się zbocza opadającego na wejściu CE stan wejścia P/R jest zapamiętywany. Poziom wysoki powoduje odtworzenie zarejestrowanej w pamięci informacji, a poziom niski - rejestrowanie informacji. Podczas odtwarzania wejścia analogowe układu są zablokowane. Jedyną daną, którą należy określić, jest adres początku odtwarzanej informacji, a układ będzie ją odtwarzał do momentu wystąpienia sygnału końca wiadomości. Podczas rejestracji adres ten jest określony przez stany wejść A0 - A7.

**Wejścia adresowe A0 - A7**

Wejścia te mają dwie funkcje, zależnie od stanu wejść A6 i A7. Jeśli na A6 i A7 jest podany stan niski, słowo A0 - A5 stanowi adres początku rejestrowanej informacji. Jeśli A6 i A7 są w stanie wysokim, stany podane na wejścia A0 - A5 wpływają na działanie układu w sposób przedstawiony w tabeli 2.

Pamięć złożona jest ze 160 sekwencyjnie umieszczonych bloków o adresach od 0 do 159. Pojedynczy blok może pomieścić, zależnie od typu układu, 75ms (ISD1012), 100ms (ISD1016) lub 125ms (ISD1020) odcinek zapamiętanego sygnału. Zapis lub odczyt mogą rozpoczynać się od dowolnego adresu z przedziału 0 - 159. Zapis i odczyt są procesami ciągłymi z automatyczną inkrementacją adresu,



Rys. 3. Schemat blokowy struktury układu z rodziny ISD10xx

Tab. 2. Funkcje wejść adresowych

AO	Adresowanie sekwencyjne zarejestrowanych wiadomości impulsami na wejściu /CE - przyszła opcja.
A1	Znaczniki końca wiadomości są kasowane przez następną wiadomość - przyszła opcja.
A2	Podczas odtwarzania wyjście /EOM przechodzi w stan niski tylko w przypadku zapelnienia pamięci.
A3	Odtwarzanie w pętli po przejściu /EOM w stan niski.
A4	Wyzerowanie wskaźnika do początku informacji może zająć tylko w momencie zmiany trybu pracy układu z odtwarzania do zapisu.
A5	Odtwarzanie jest inicjowane w momencie wystąpienia stanu niskiego na wejściu /CE.

przerywanymi w momencie gdy /CE przechodzi w stan wysoki (rejestracja) lub zdetekowany zostanie koniec wiadomości (odtworzenie), a także gdy następuje przepełnienie pamięci (rejestracja).

**Wprowadzenie CLK**

Wejście to jest używane w zasadzie wyłącznie w procesie produkcji, zaś w zastosowaniach jest zazwyczaj połączone z masą. Układ jest wyposażony w zegar wewnętrzny (ISD1016 - 1024kHz, ISD1012 - 1365kHz, ISD1020 - 819kHz) o stabilności częstotliwości 2% i jedynie w sytuacjach gdy nie jest ona wystarczająca na wejście CLK podawany jest sygnał zewnętrznego zegara.

**Wyjście /EOM (koniec wiadomości, 25)**

Po zakończeniu każdej rejestrowanej wiadomości do pamięci zapisywany jest znacznik końca. Wyjście /EOM przechodzi w stan niski w następujących sytuacjach:

- koniec odtwarzanej wiadomości;
- przekroczenie pojemności pamięci;
- zbyt niskie napięcie zasilania (poniżej 3,5V);

Sygnał /EOM jest także wykorzystywany przy kaskadowym łączeniu większej liczby układów.

Wewnętrzne wejście wzmacniacza mocy jest połączone z wyjściem pamięci bądź z dodatkowym wejściem zewnętrznym (AUX IN). Wejście zewnętrzne jest podłączone gdy /CE jest w stanie wysokim i odczyt został zakończony, lub gdy /EOM jest w stanie wysokim, będącym skutkiem przekroczenia pojemności pamięci. Wejście dodatkowe (AUX IN) jest wykorzystywane wyłącznie przy kaskadowym łączeniu układów.

Układy ISD są zasilane napięciem +5V, przy czym część analogowa

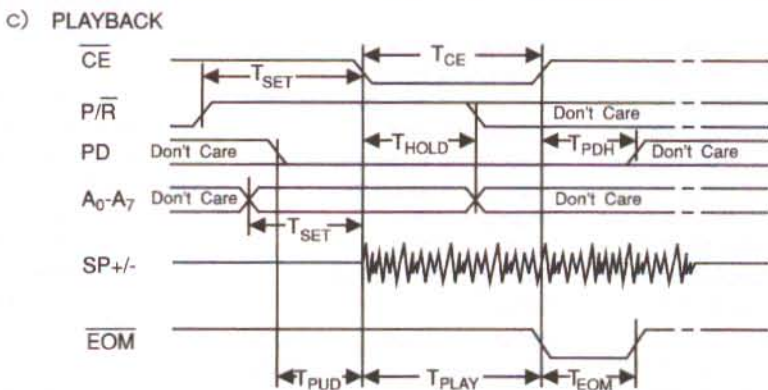
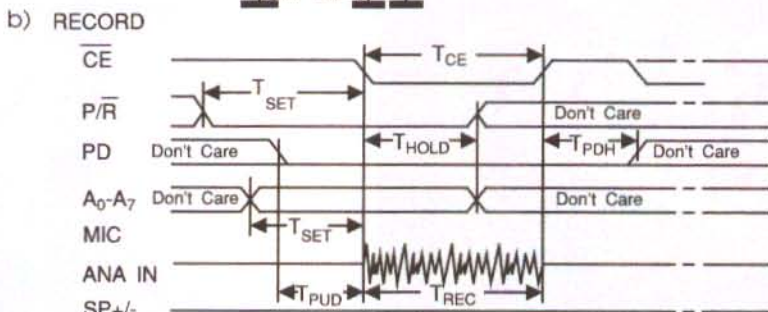
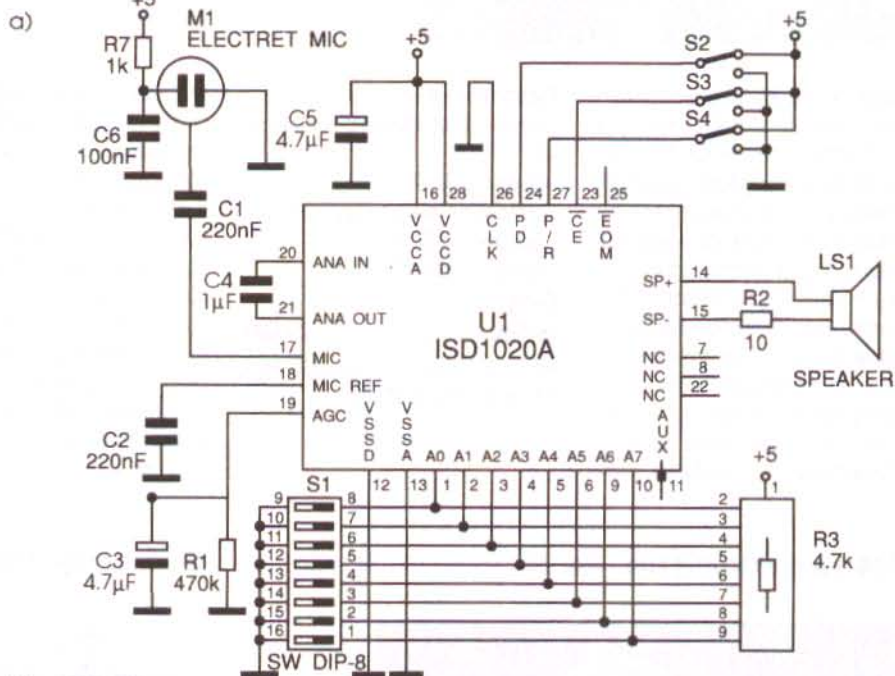
i cyfrowa mogą mieć odrębne zasilania celem zmniejszenia wzajemnych oddziaływań.

**Sposób aplikacji układu ISD1020A**

Schemat ideowy wykorzystywany przy testowaniu możliwości układu ISD1020A oraz przebiegi czasowe przedstawia rys. 4.

W czasie inicjalizacji układu na wejścia PD i /CE jest podany stan wysoki. Przejście do rejestracji wy-

*Cd. str. 58*



Rys. 4. Schemat aplikacyjny układu ISD1020A (a) oraz przebiegi czasowe dla zapisu (b) i odtwarzania (c)

maga podania stanu niskiego na wejścia P/R i PD oraz /CE, na którym stan niski powinien być utrzymywany przez cały czas trwania rejestracji. Przejście do odtwarzania wymaga podania stanu niskiego na wejście PD, wysokiego na P/R oraz niskiego na /CE (wystarczy w tym przypadku krótki impuls ujemny). Wejścia układu mogą być sterowane ręcznie (przełączniki) lub przy pomocy mikrokontrolera.

**Rozwiązanie uproszczone (bez sterowania PD)**

Pełne wykorzystanie możliwości układu związanych z wejściem PD jest możliwe w przypadku sterowania przy pomocy mikrokontrolera. Istnieje także rozwiązanie uproszczone, wykorzystujące przełączniki (rys. 5). Podwójny przełącznik chwilowy S3 podaje jednocześnie stan niski na wejście /CE oraz zerujący impuls dodatni na wejście PD. W czasie rejestracji należy przez cały czas utrzymywać S3 przyciśnięty. Przyciśnięcie S3 podczas odtwarzania powoduje ponowne rozpoczęcie odtwarzania.

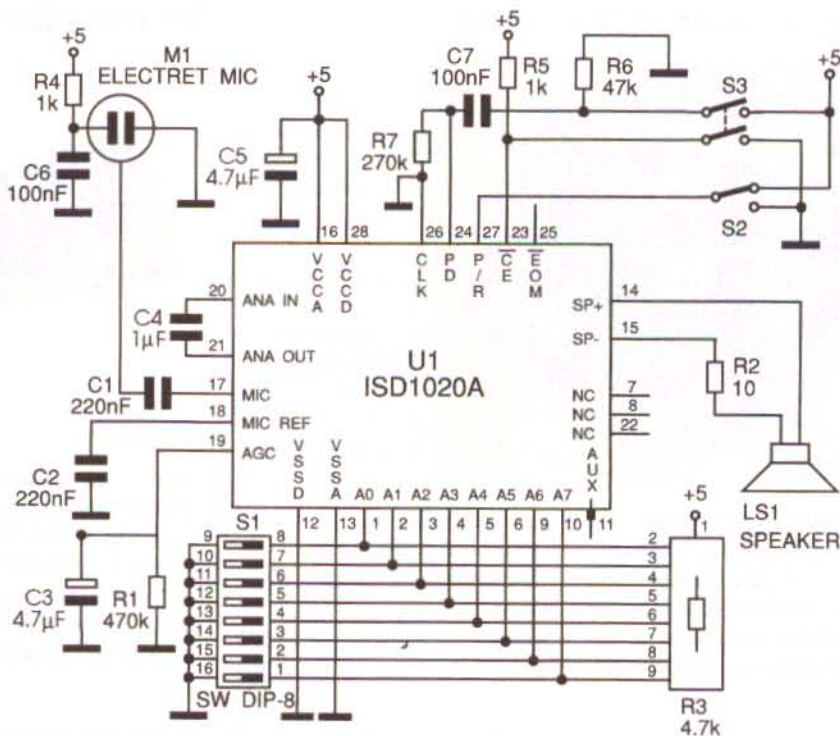
**Odtwarzanie w pętli**

Jeśli początkowy adres zarejestrowanej wiadomości jest równy 0, a długość wiadomości jest mniejsza od długości maksymalnej, podając na wejście A3 stan wysoki wymusza się odtwarzanie w pętli (o ile oczywiście układ pracuje w trybie odtwarzania). Jeśli na wejście PD jest podany stan niski, na P/R - wysoki, a na /CE - niski, zarejestrowana informacja jest odtwarzana do momentu wyłączenia zasilania.

Rysunek 6 przedstawia prostszy sposób uzyskania odtwarzania w pętli, wymagający użycia tylko jednego tranzystora. Zróżniczkowany impuls z wyjścia /EOM daje trwający około 15ms dodatni impuls zerujący, podawany na wejście PD. Po jego zakończeniu działanie układu zależy od stanu wejścia /CE - jeśli jest to stan niski, ponownie dokonuje się odtworzenia zarejestrowanej informacji.

**Kaskadowe łączenie układów**

Przewidziano możliwość kaskadowego połączenia większej liczby układów ISD, co pozwala na rejestrację informacji o dłuższym czasie trwania. Rozwiązanie przedstawione na rys. 7 zawiera trzy układy ISD1020A i umożliwia rejestrację, zapamiętanie i odtwarzanie wiadomości o czasie trwania 1 minuty.

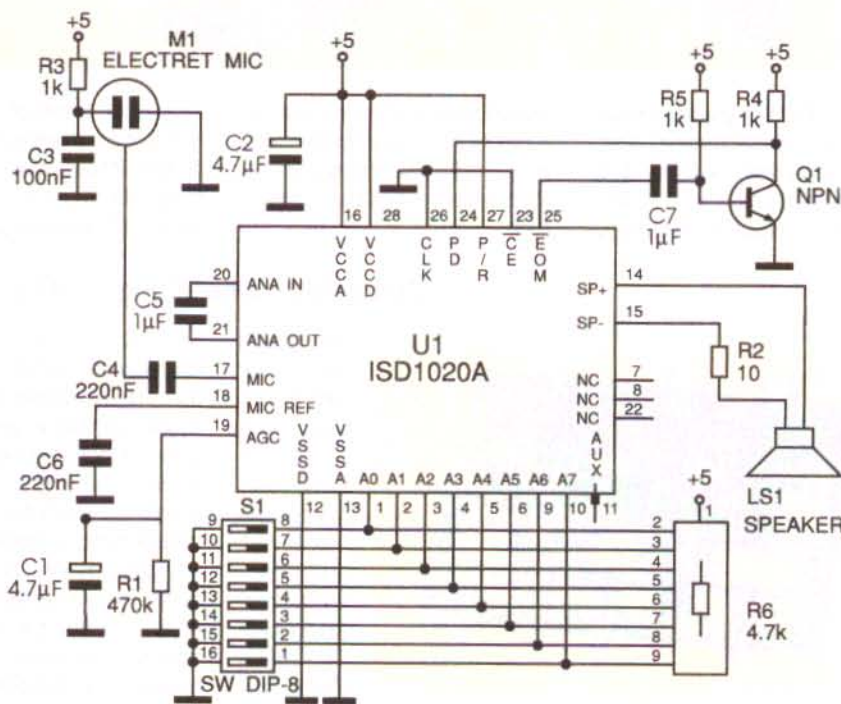


Rys. 5. Uproszczone sterowanie wejść PD, P/R, /CE

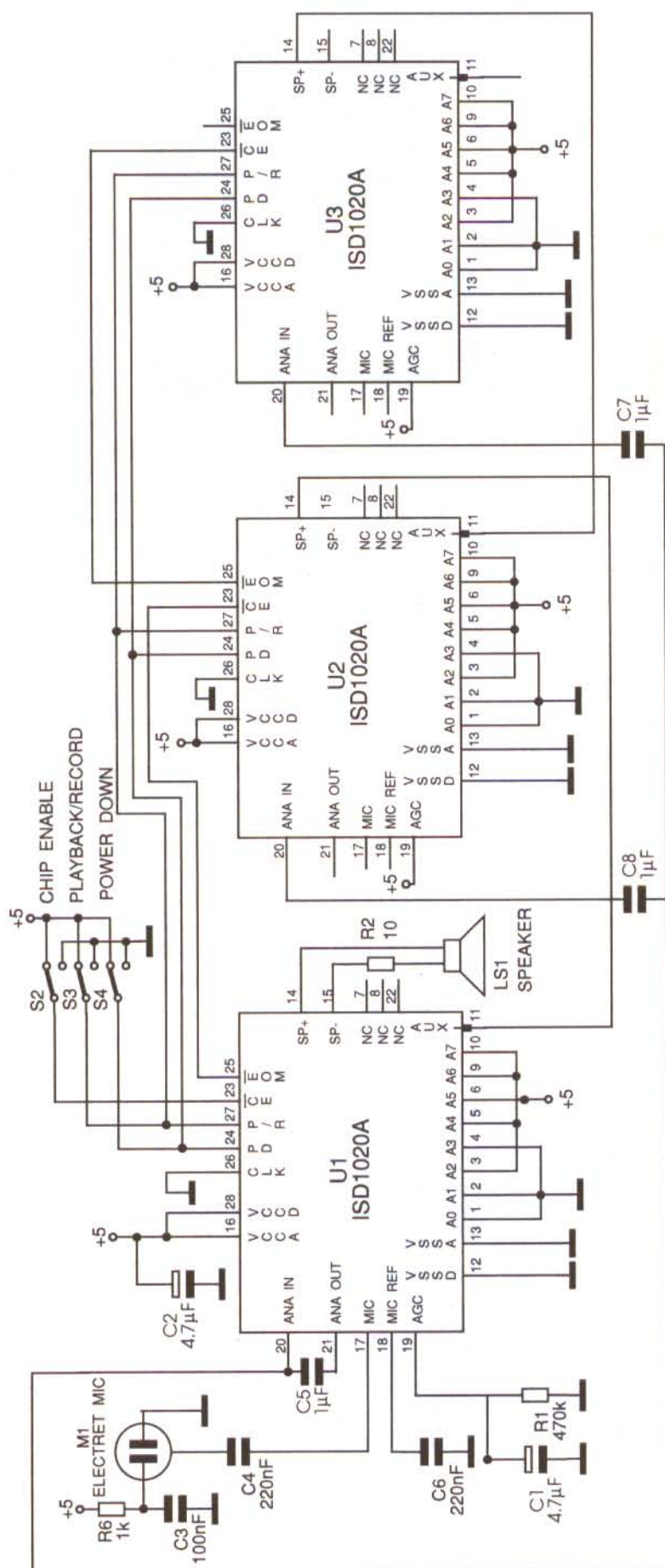
Układ U1 odbiera sygnał z mikrofonu; część sygnału jest zapamiętywana w pamięci U1. Sygnał z wyjścia ANA OUT układu U1 jest podawany na wejścia ANA IN pozostałych układów. Wyjście SP+n-tego układu jest połączone z wejściem AUX IN układu poprzedzającego, zaś wyjście /EOM n-tego układu - z wejściem /CE układu nas-

tępnego. Wejścia PD i P/R wszystkich układów są zwarte.

Prawidłowe funkcjonowanie kaskady układów ISD wymaga podania odpowiednich stanów na wejścia A0 - A5 oraz stanów wysokich na A6 i A7. Na wejścia A0, A1 i A3 są podawane zera, a na wejścia pozostałe - jedynki. Stan wysoki na wejściu A2 sprawia, że



Rys. 6. Prosty układ odtwarzania w pętli



Rys. 7. Kaskadowe łączenie układów ISD1020A

sygnał końca wiadomości (/EOM) spada do zera wyłącznie w przypadku zapelnienia pamięci, i zarazem uaktywnia następny układ. Stan wysoki na A4 powoduje, że wskaźnik początku zarejestrowanej informacji można zmienić wyłącznie w przypadku zmiany trybu pracy układu z rejestracji do odtwarzania (w innych warunkach wskaźnik ten może być zmieniany również wtedy, gdy wejście /CE przechodzi w stan niski). Stan wysoki na wejściu A5 powoduje, że przejście /CE w stan niski powoduje rozpoczęcie odtwarzania informacji. Pozwala to połączyć wyjścia /EOM z wejściami /CE i uzyskać - z punktu widzenia użytkownika - ciągły obszar pamięci.

Przy rejestracji wiadomości w tej konfiguracji należy ustawić przełącznik rejestracja/odtwarzanie w położeniu „Rejestracja”, a przełącznik /CE utrzymywać wciśnięty przez cały czas jej trwania. Przy rejestracji kolejnych informacji należy postępować w ten sam sposób, uzyskując sekwencyjny zapis informacji w pamięci aż do jej zapelnienia. Wyjście /EOM ostatniego układu może być wykorzystane jako wskaźnik zapelnienia. Przejście do pracy w trybie odtwarzania wymaga przestawienia przełącznika rejestracja/zapis oraz podania stanu niskiego na wejście /CE.

Wyzerowanie układu dokonuje się podając impuls dodatni na wejścia PD. W trybie rejestracji powoduje to zastąpienie przechowywanej informacji aktualnie wprowadzaną.

#### Dobór głośnika

Ze względu na niewielką moc wyjściową układów ISD, rzędu 50mW, chcąc uniknąć konieczności stosowania dodatkowego wzmacniacza mocy, należy zastosować głośnik o wysokiej sprawności, małych zniekształceniach i płaskiej charakterystyce częstotliwościowej w pasmie 300..3000Hz.

#### Możliwości zastosowań układów ISD

Układy te mogą znaleźć zastosowanie w komunikacji człowiek-maszyna, w elektronice samochodowej, systemach bezpieczeństwa, telefonii, domofonach, urządzeniach klimatyzacyjnych, a nawet w zabawkach.

ERP