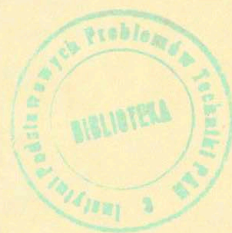


**Ryszard Ciarkowski**

**SYNTETYZATOR MOWY MEA 8000 —  
UKŁAD I OPROGRAMOWANIE  
DLA EKSPERYMENTÓW  
Z MOWĄ SYNTETYCZNA**

6/1987

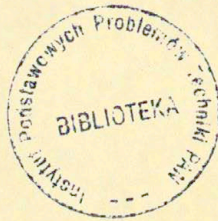
P. 269



**WARSZAWA 1987**

ISSN 0208-5658

Praca wpłynęła do Redakcji dnia 23 listopada 1986 r.



56839



Na prawach rękopisu

---

Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN

Nakład 140 egz. Ark.wyd. 1,53 Ark.druk. 2,25

Oddano do drukarni w lutym 1987 r.

Nr zamówienia 119/87

---

Warszawska Drukarnia Naukowa, Warszawa,  
ul. Śniadeckich 8

Ryszard Ciarkowski  
Pracownia Fonetyki Akustycznej  
IPPT PAN

SYNTETYZATOR MOWY MEA 8000 -  
UKŁAD I OPROGRAMOWANIE DLA EKSPERYMENTÓW Z MOWĄ SYNTETYCZNĄ <sup>1)</sup>

Streszczenie

Scalone syntetyzatory mowy stanowiące podstawę dla upowszechnienia praktycznych zastosowań syntezy mowy realizowane są w oparciu o różne metody. W pracy przedstawiono ogólny podział dostępnych obecnie układów syntetyzatorów mowy wysokiej skali integracji. Również metoda syntezy formantowej znalazła odbicie w mikroelektronice cyfrowej. Przykładem jest układ syntetyzatora formantowego MEA 8000 firmy Valvo, dla którego podano charakterystyczne dane techniczne, zasadę działania i reguły sterowania.

W oparciu o układ MEA 8000 i zestaw minikomputerowy MERA 303 powstało stanowisko laboratoryjne dla syntezy mowy. Opracowano oprogramowanie realizujące funkcje konieczne w eksperymentach z mową syntetyczną: wprowadzanie i opracowywanie danych syntezy, przechowywanie ich na dyskach elastycznych oraz wspomaganie syntezy analizą widmową.

1. Wstęp.

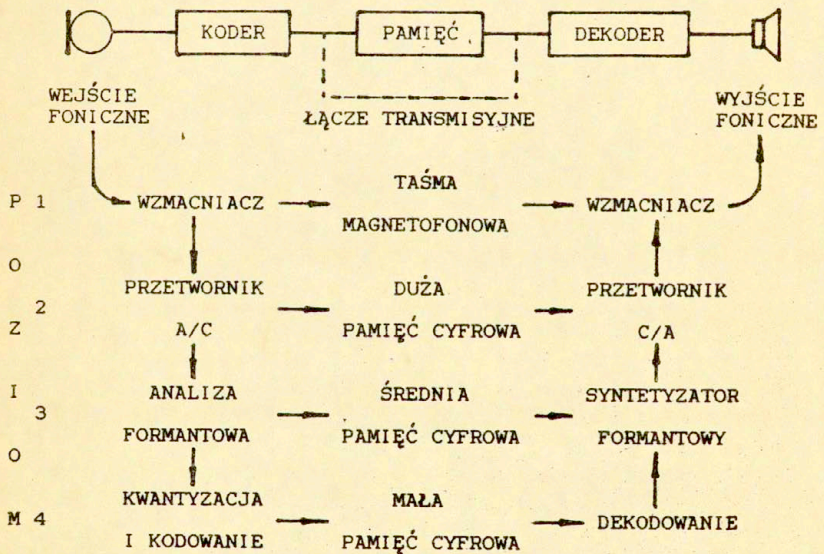
Wprowadzenie mowy syntetycznej w urządzeniach i przyrządach daje wiele korzyści zarówno w łączności radiowej i telefonicznej, w automatyce przemysłowej jak i w dziedzinach nieprofesjonalnych. Przemawiają za tym takie względy jak odciążenie wzroku użytkownika-operatora w procesie odbioru informacji i zbędność jego bezpośredniej obecności przy urządzeniu lub przyrządzie oraz wyeliminowanie urządzeń magnetofonowych charakteryzujących się odtwarzaniem ograniczonego słownictwa, uciążliwością obsługi i dość szybkim zużywaniem się części mechanicznych. Ogólne koncepcje rozwiązań w tym zakresie znane

<sup>1)</sup> Praca wykonana w ramach CPBP 02.13

były od dawna, lecz ich realizacje praktyczne do momentu wprowadzenia mikroelektroniki cyfrowej były zbyt duże i zbyt kosztowne. Rozwój technologii elektronicznej i produkcji układów scalonych wysokiej skali integracji umożliwia obecnie realizację syntezy mowy nie tylko zrozumiałej, lecz również o brzmieniu coraz bardziej odpowiadającym naturalnemu.

## 2. Metody realizacji syntezy mowy.

Rysunek 1 przedstawia ewolucję metod realizacji syntezy mowy. Na poziomie 1 i 2 następuje zapis rzeczywistego kształtu sygnału mowy, który przy rozwiązaniu cyfrowym (poziom 2) wymaga bardzo dużej pamięci. Poziomy 3 i 4 wymagają o wiele mniejszej pamięci, ponieważ eliminuje się na nich zbędną część informacji o sygnale mowy, a zapisuje w pamięci tylko istotne jego parametry.



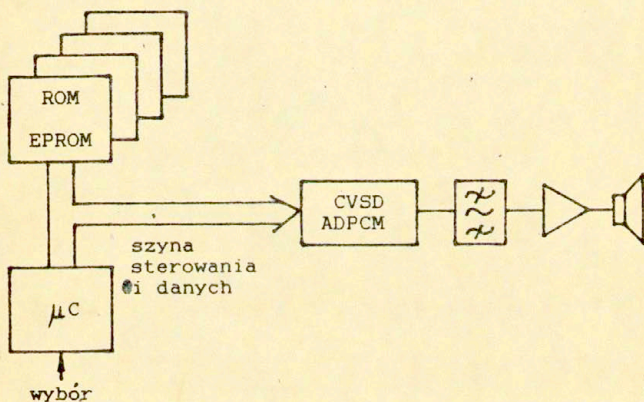
Rys.1. Ewolucja metod realizacji syntezy mowy.

Dostępne obecnie układy syntetyzatorów mowy można podzielić na trzy zasadnicze grupy, różniące się jakością produkowanej mowy,

redukcją danych (w stosunku do prostej konwersji A/C z szybkością transmisji 100 kbit/s), wielkością pamięci oraz oprogramowaniem ([1], [2], [6]).

### 2.1. Synteza częściowa o małej redukcji danych.

Synteza mowy wykorzystująca metody ADPCM (Adaptive Differential PCM) i CVSD (Continuously Variable Slope Deltamodulation), przedstawiona na rysunku 2, daje małą redukcję danych (1:5) i prędkość transmisji - 16 kbit/s. Pozwala ona uzyskać mowę syntetyczną o wysokiej zrozumiałości, naturalnym brzmieniu i dużej dynamice. Wymaga dużej pamięci, co jednak - wobec ciągle malejących cen pamięci elektronicznych i wzrastającej ich pojemności - nie stanowi lub w krótkim czasie nie będzie stanowiło przeszkody w stosowaniu tych metod.



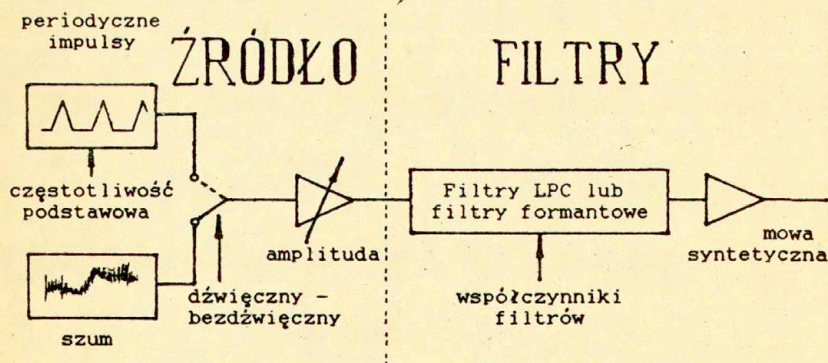
Rys.2. Synteza mowy przy użyciu metody CVSD i ADPCM.

ADPCM jest wariantem DPCM stosującym w odróżnieniu od konwencjonalnego PCM kodowanie nie wartości amplitudy sygnału, lecz różnicy amplitudy pomiędzy wartościami dwóch kolejnych próbek. W stosunku do DPCM daje dalszą redukcję danych, przykładowo z 12 bitów do 3 lub 4 bitów. Sygnał mowy o czasie trwania 4 s przy częstotliwości próbkowania 8 kHz wymaga wówczas 32 kbitów pamięci. Przy częstotliwości próbkowania 4 kHz wielkość pamięci zmniejsza się o połowę.

Metoda CVSD polega na zastosowaniu modulatora Delta, w którym uzyskuje się sygnał cyfrowy zawierający informację o stanie sygnału w momencie poprzedniego impulsu próbkującego. CVSD dokonuje również komparatorowania. Układy stosujące metodę CVSD w większości wypadków obejmują zarówno funkcję kodowania jak i dekodowania. W dekoderyze konieczne jest użycie filtra o stromej charakterystyce (najczęściej z przełączaną pojemnością) dla stłumienia częstotliwości taktującej i harmonicznych. Przy częstotliwości próbkowania 16 kHz zapis 4-sekundowego sygnału mowy wymaga 8 kbitów pamięci.

### 2.2. Synteza częściowa o wysokiej redukcji danych.

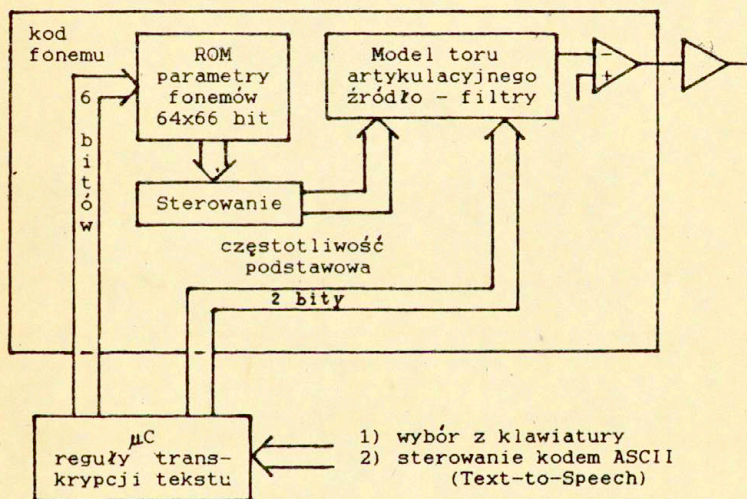
Synteza o wysokiej redukcji danych (1:50) oparta jest na modelu typu "źródło - filtry" (rys.3). Dotyczy syntetyzatorów formantowych i LPC (Linear Predictive Coding), wykorzystywanych dla małego lub średnio licznego słownictwa zapisanego w ROM-ie lub EPROM-ie. Typowa szybkość transmisji danych sterujących wynosi 1,2 ... 3,6 kbit/s. Rozwiązanie to jest kompromisem pomiędzy jakością mowy a wielkością wymaganej pamięci. Synteza formantowa jest syntezą mowy ze składowych częstotliwościowych, stanowiących maksima energetyczne (rezonanse toru artykulacyjnego, zwane są formantami). Również synteza LPC polega na symulacji toru artykulacyjnego człowieka. Współczynniki LPC wyznacza się poprzez ucyfrowienie i analizę ograniczonego w czasie segmentu mowy.



Rys.3. Przedstawienie modelu "źródło - filtry".

### 2.3. Pełna synteza z fonemów.

Przykład syntetyzatora opartego na tej metodzie pokazuje rysunek 4. Syntezę taką charakteryzuje niska prędkość transmisji danych (ok. 100 bit/s), mała wymagana pamięć, lecz równocześnie niska jakość produkowanej mowy (tzw. brzmienie komputerowe). W pamięci przechowuje się zapis pojedynczych dźwięków (fonemów, alofonów), będących elementami danego języka. Dla języka angielskiego jest ich ok. 65, niemieckiego - 50. Logika sterująca syntetyzatora pozwala łączyć te elementy w słowa według pewnych uproszczonych reguł. Z tego powodu słownictwo jest w tej metodzie nieograniczone. Procesor ( mikroprocesor ) sterujący wraz z oprogramowaniem dokonującym transkrypcji umożliwia przetwarzanie tekstu pisanego na mowę syntetyczną (Text-to-Speech).



Rys.4. Synteza mowy z fonemów.

### 3. Syntetyzator mowy MEA 8000.

Wybór syntetyzatora MEA 8000 spośród wielu układów syntezy produkowanych obecnie został podyktowany jego przydatnością zarówno do badań o charakterze fonetycznym jako element stanowis-

ka laboratoryjnego, jak i do praktycznych zastosowań jako wyjściowe urządzenie sygnalizacji słownej. Syntetyzator ten jest w pełni cyfrowym układem zrealizowanym w 5V technice NMOS. Został opracowany w początku lat osiemdziesiątych przez VALVO Unternehmensbereich Bauelemente der Philips GmbH. Charakteryzuje go:

- elastyczny sposób dołączenia do większości 8-bitowych mini-komputerów i mikroprocesorów,
- produkcja mowy o dobrej jakości ograniczonej częstotliwością do 4 kHz,
- prędkość przesyłania danych 500 - 4000 bitów/s, dzięki zmiennej długości framy,
- sterowanie syntetyzátorem wymagające tylko ok. 1% czasu pracy procesora sterującego,
- realizacja syntezy formantowej przy użyciu modelu źródło-filtru,
- filtr cyfrowy 8-rzędu z trzema programowalnymi częstotliwościami formantowymi, jedną stałą i czterema programowalnymi szerokościami pasma formantów,
- współpraca ze standardowymi pamięciami (EP)ROM,
- taktowanie wewnętrznym kwarcowo sterowanym oscylatorem lub zewnętrznym taktiem TTL,
- niski pobór mocy (typowy prąd zasilania 30 mA),
- 24-nóżkowa obudowa typu DIL.

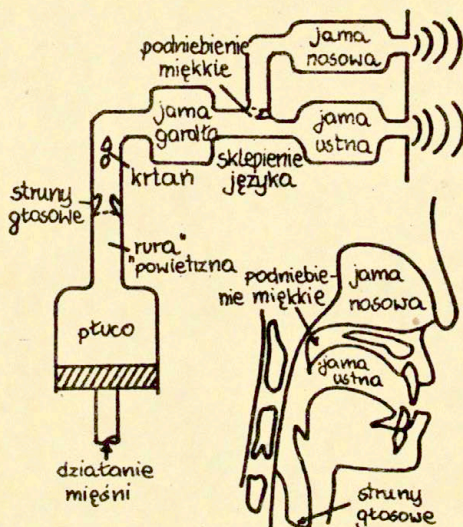
Dalszą część rozdziału opracowano na podstawie pozycji bibliograficznych [5], [7], [8].

### 3.1. Zasady metody formantowej.

Mechanizm powstawania dźwięków mowy u człowieka przedstawia schematycznie rysunek 5. Powstałe w płucach nadciśnienie powietrza powoduje otwarcie początkowo zamkniętych strun głosowych. W wyniku spadku ciśnienia struny głosowe zamykają "rurę" powietrzną, co jest przyczyną ponownego wzrostu ciśnienia powietrza i otwarcia strun głosowych. Proces powtarza się cyklicznie pobudzając tor artykulacyjny periodycznym ciągiem impulsów ciśnienia powietrza. W ten sposób powstają głoski dźwięczne, np. samogłoski. W przypadku bezdźwięcznych głosek szumowych lekko otwarte struny głosowe przepuszczają w sposób ciągły strumień powietrza do toru artykulacyjnego. Widmo tworzonych dźwięków



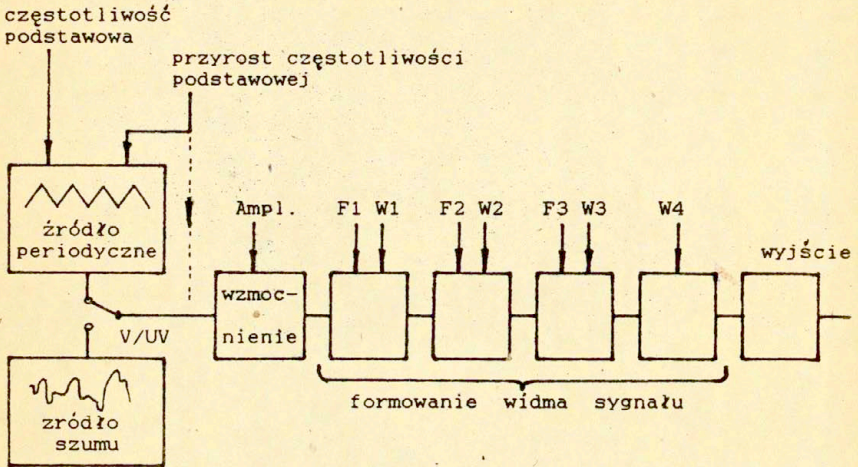
jest kształtowane przez jamę gardła oraz jamę ustną i nosową.



Rys.5. Mechanizm powstawania dźwięków mowy u człowieka.

Syntetyzator MEA 8000 nie symuluje - podobnie jak i inne obecnie dostępne syntetyzatory - podniebienia miękkiego i komory nosowej. W związku z tym ich funkcje nie są oddzielnie reprezentowane, co pozwala rozpatrywać trakt głosowy jako układ szeregowy rur o stałym przekroju. Z jednego końca ten system rur jest całkowicie zamknięty przez struny głosowe, z drugiego natomiast, gdzie poprzez usta następuje emisja mowy - otwarty.

Rysunek 6 pokazuje elektroniczny model mechanizmu powstawania dźwięków mowy u człowieka będący równocześnie schematem ideowym syntetyzatora MEA 8000. Filtry szeregowo formują dźwięki w sposób odpowiadający kształtowaniu się formantów w mowie naturalnej. Sterowanie syntetyzatora wymaga jako parametrów sterujących następujących informacji:



Rys.6. Schemat ideowy syntetyzatora MEA 8000.

- wysokość tonu (częstotliwości podstawowej)
  - amplituda
  - wybór źródła dźwięcznego bezdźwięcznego
  - parametry filtru (średnia częstotliwość formantowa i szerokość pasma formantu)
- określających źródło dźwięczności (struny głosowe)  
określających kształtowanie widma (trakt głosowy)

Poprzez periodyczne odnawianie informacji sterującej uzyskuje się dobre odtwarzanie mowy naturalnej. Najważniejszymi dla zrozumiałości mowy są pierwsze dwa lub trzy formanty. Dodatkowy czwarty formant zwiększa naturalność brzmienia mowy.

Syntetyzator MEA 8000 charakteryzują programowalne: trzy środkowe częstotliwości formantowe i cztery szerokości pasma formantów oraz wewnętrznie ustawiona na wartość 3500 Hz częstotliwość czwartego formantu. Każdy formant jest tworzony przez filtr cyfrowy drugiego rzędu, zrealizowany przy użyciu trzech multiplikatorów, jednego sumatora i dwóch układów opóźniających.

### 3.2. Struktura syntetyzatora.

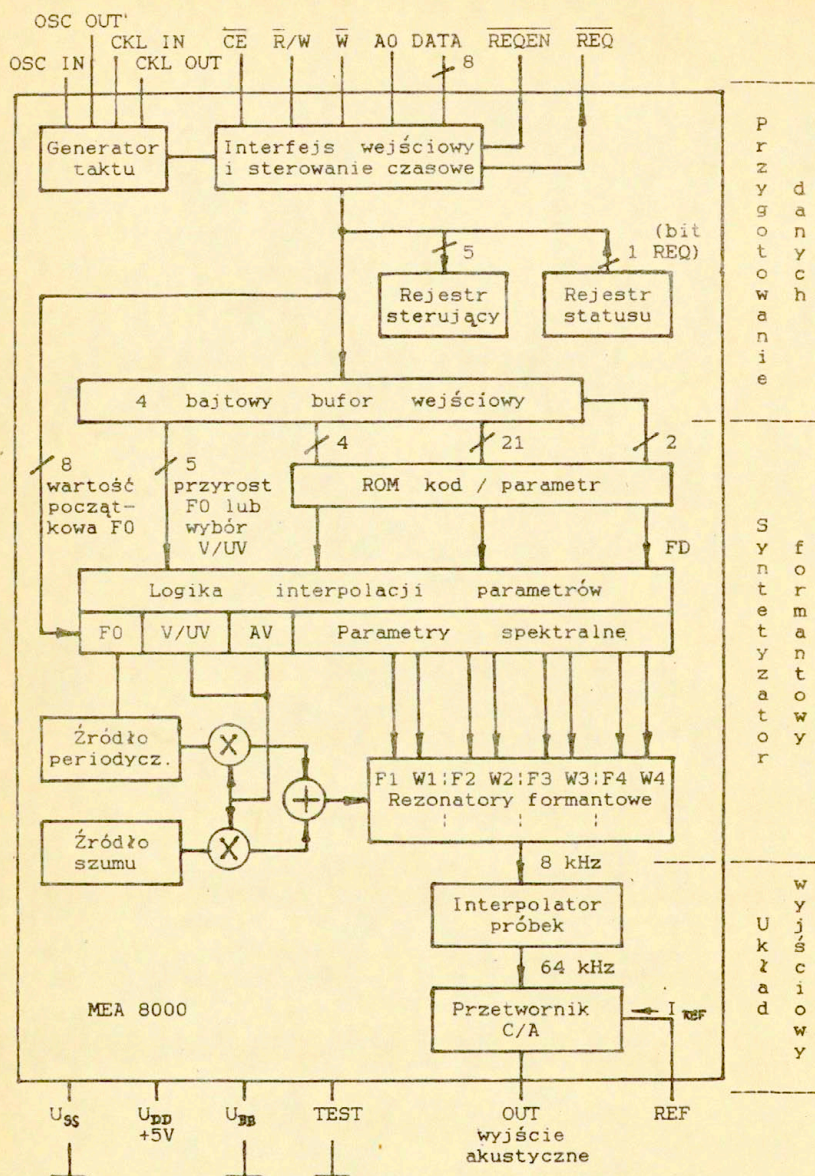
Rysunek 7 przedstawia schemat blokowy syntetyzatora MEA 8000. W jego strukturze można wyróżnić trzy zasadnicze części funkcjonalne: układ przygotowania danych, syntetyzator formantowy i układ wyjściowy. Oba źródła (źródło periodyczne i źródło szumu) i cztery rezonatory formantowe zostały zrealizowane przy użyciu 16-bitowego elementu mnożąco-sumującego, który odtwarza próbki mowy z szybkością 8 kHz. Przed interpolacją i konwersją C/A 16-bitowe próbki mowy poddawane są kompresji do postaci 11 bitowej. Interpolacja liniowa generuje pomiędzy dwiema kolejnymi próbkami 8 kHz siedem dodatkowych wartości. Efektywna szybkość pracy przetwornika C/A wynosi 64 kHz, co znacznie przewyższa zakres częstotliwości słyszalnych, pozwalając zastosować na wyjściu akustycznym prosty filtr analogowy.

### 3.3. Parametry sterujące syntetyzatora.

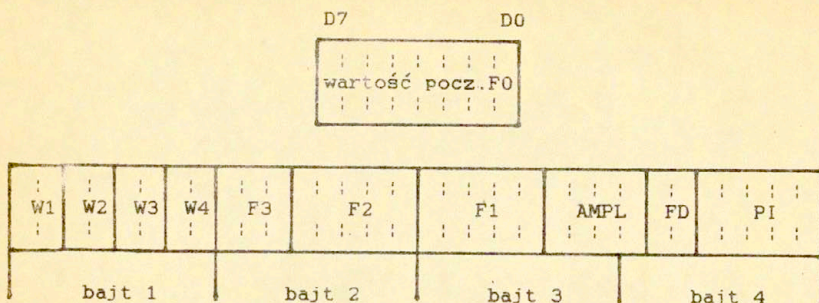
Dla uzyskania zadawalającej jakości mowy syntetycznej konieczne jest odnawianie wartości parametrów sterujących co najmniej 8 ms, o ile tylko realizuje się interpolację liniową, zapewniającą łagodne przejście od wartości parametrów jednej próbki do wartości parametrów drugiej. W syntetyzatorze MEA 8000 przewidziano zmienny okres odnawiania parametrów sterujących (czyli czas trwania ramy mowy) - dopuszczalne wartości wynoszą 8, 16, 32 lub 64 ms.

Dane o syntezie przesyłane są w trakcie procesu syntezy z mikrosterownika (lub mikroprocesora) z zewnętrzną pamięcią ROM do interfejsu wejściowego (portu danych) syntetyzatora. Transmisja zachodzi poprzez 8-bitową szynę danych w blokach 4-bajtowych. Każdy z bloków określa jedną ramę, której strukturę pokazuje rysunek 8 i tabela 1.

Specyficzne jest kształtowanie przebiegu częstotliwości podstawowej. Syntezę inicjuje przesłanie do syntetyzatora wstępnego bajtu zawierającego pełny kod początkowej wartości częstotliwości podstawowej. Bajt ten zostaje podany z interfejsu wejściowego (rys.7) wprost do wewnętrznego układu generatora częstotliwości podstawowej. Po zainicjowaniu syntezy przesyła się już tylko 5-bitowy kod przyrostu częstotliwości podstawowej mogącego przyjmować wartości zarówno ujemne jak i dodatnie.



Rys.7. Schemat blokowy syntetyzatora MEA 8000.



Rys.8. Struktura 4-bajtowej ramy mowy.

Tabela 1. Funkcje bitów ramy mowy.

Oznaczenie skrótowe	Długość (bity)	Funkcja
PI	5	przyrost częstotliwości podstawowej F0 i przełączanie na źródło szumu
FD	2	czas trwania ramy
AMPL	4	amplituda
F1	5	częstotliwość środkowa 1-go formantu
F2	5	częstotliwość środkowa 2-go formantu
F3	3	częstotliwość środkowa 3-go formantu
W1	2	szerokość pasma 1-go formantu
W2	2	szerokość pasma 2-go formantu
W3	2	szerokość pasma 3-go formantu
W4	2	szerokość pasma 4-go formantu

W czasie trwania procesu syntezy wartość każdej ramy wpisywana jest do 4-bajtowego bufora wejściowego (rys.7), a następnie przy użyciu pamięci ROM zawierającej tabelę konwersji "kod/parametr" zamieniana na wewnętrzne parametry sterujące. Logika interpolacji parametrów oblicza dalej różnicę pomiędzy dwoma kolejno po sobie następującymi wartościami parametrów i przeprowadza pomiędzy nimi interpolację liniową. Długość interwału interpolacyjnego definiują dwa bity czasu trwania ramy FD. Pięcibitowy kod przyrostu częstotliwości podstawowej przesyłany jest wprost z bufora wejściowego do logiki interpolacji parametrów. Jeden z tych kodów -  $10000_2$  ( $16_{10}$ ) - nie zmienia wartości częstotliwości podstawowej, lecz pozwala wybrać źródło bez-

Tabela 2. Wartości parametrów syntezy mowy przy częstotliwości taktowania 4 MHz.

Kod dziesiętny	FD (ms)	F0 (Hz)	PI (Hz/8ms)	AV (dB)	Częst. formant. (Hz)			W (Hz)	
					F1	F2	F3		
0	8	0	0	0	150	440	1179	726	
1	16	2	1	1	162	466	1337	309	
2	32	4	2	2	174	494	1528	125	
3	64	6	3	4	188	523	1761	50	
4		8	4	5	202	554	2047		
5		10	5	7	217	587	2400		
6		12	6	8	233	622	2842		
7		14	7	10	250	659	3400		
8		16	8	11	267	698			
9		18	9	13	286	740			
10		20	10	14	305	784			
11		22	11	16	325	830			
12		24	12	17	346	880			
13		26	13	19	368	932			
14		28	14	20	391	988			
15		30	15	22	415	1047			
16		32	szum		440	1110			
17		34	-15		466	1179			
18		36	-14		494	1254			
19		38	-13		523	1337			
20		40	-12		554	1428			
21		42	-11		587	1528			
22		44	-10		622	1639			
23		46	-9		659	1761			
24		48	-8		698	1897			
25		50	-7		740	2047			
26		52	-6		784	2214			
27		54	-5		830	2400			
28		56	-4		880	2609			
29		58	-3		932	2842			
30		60	-2		988	3105			
31		62	-1		1047	3400			
.		.	.	.	.	.	.	.	
49		98	UWAGI:						
.		.	-F4 ma stałą częstotliwość równą 3500 Hz						
.		.	-szerokość pasma przepustowego filtrów						
.		.	dotyczy wszystkich czterech filtrów						
255		510							

dźwięczne (szumu). Sygnały wyjściowe z logiki interpolacyjnej sterują funkcjami syntetyzatora : częstotliwością podstawową, amplitudą, wyborem źródła dźwięcznego lub bezdźwięcznego oraz danymi filtrów formantowych.

Wartości parametrów syntezy mowy zestawiono w tabeli 2.

### 3.4. Sterowanie pracą układu MEA 8000.

Wejścia CE, W, R/W i AO wraz z wyjściem REQ (sygnalizującym żądanie przesłania kodów mowy) służą do sterowania transmisją kodów mowy do syntetyzatora, jak również do spowodowania przejścia syntetyzatora w stan pracy. Poszczególne wejścia sterujące pełnią następujące funkcje:

CE uaktywnienie syntetyzatora do transmisji danych

W sterowanie wpisem danych/rozkazów do syntetyzatora

R/W wybór pomiędzy wpisem i odczytem danych

AO adresowanie bufora wejściowego (AO=0) lub rejestru sterującego (AO=1).

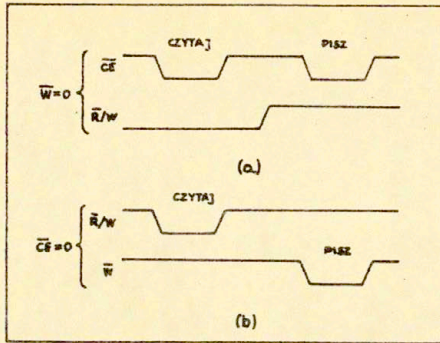
Tabela 3 pokazuje zmienność sygnałów sterujących. Odpowiednie wykorzystanie kombinacji tych sygnałów umożliwi według producenta bezproblemowe przyłączenie syntetyzatora do wszystkich znanych mikroprocesorów i mikrosterowników. Diagram czasowy na rysunku 9 prezentuje dwie możliwości rozwiązania współpracy syntetyzatora z procesorem sterującym.

Tabela 3. Tablica zmienności sygnałów sterujących.

CE	W	R/W	AO	Operacja
0	0	1	0	wpis danych
0	0	1	1	wpis komend
0	X	0	X	odczyt statusu
0	1	1	X	wysokoomowa trójstanowa
1	X	X	X	szyna danych

X = 0 lub 1

Syntetyzator zawiera rejestr sterujący i rejestr statusu. Zawartość rejestru sterującego (słowo rozkazowe) określa stan, w którym ma się znajdować syntetyzator (stan "ciszy" lub aktywności) i procedurę, która będzie wykonana w przypadku przerwa-



Rys. 9. Możliwości wykorzystania sygnałów sterujących MEA 8000 do współpracy z różnymi mikroprocesorami/mikrosterownikami:

- a) takt wpisu lub odczytu na wejściu uaktywnienia syntetyzatora CE,
- b) takt wpisu lub odczytu poprzez oddzielne łącza.

nia transmisji danych o parametrach syntezy lub zakłóceń w niej. Decyduje ona również o sposobie przesłania zawartości rejestru statusu (sygnału  $\overline{REQ}$ , będącego żądaniem przesłania danych). W tabeli 4 podano pozycje poszczególnych bitów rejestru sterującego i ich funkcje. Wpisu do rejestru sterującego dokonuje się poprzez pozycje D4 ... D0 szyny danych przy  $\overline{CE}=\overline{W}=0$  lub też  $AO=\overline{R}=\overline{W}=0$ .

Tabela 4. Organizacja bitów rejestru sterującego i ich tabela zmienności.

Bit	D4	D3	D2	D1	D0
Funkcja	STOP	CONT	CONT	ROE	ROE
		uktywn.		uktywn.	
Tabela zmienności (D3/D2 i D1/D0 działają wspólnie)	0=pasywność 1=STOP	0 1	0=pasywność 1=procedura	0 1	0=pasywność 1=pasywność 0=wyjście REQ pasywne 1=wyjście REQ aktywne
		1	SLOW STOP: 1=procedura CONTINUOUS:	1	



Bit REQ zapisany jest w rejestrze statusu. Sygnalizuje on żądanie kolejnego bajtu kodów mowy lub bajtu początkowej wartości częstotliwości podstawowej ( w przypadku przyjęcia rozkazu STOP). Żądanie danych może być przesłane dwoma sposobami:

- przez wyjście REQ układu,
- przez bit D7 szyny danych.

Wyjście REQ aktywizuje się hardware'owo lub programowo. Metoda hardware'owa polega na połączeniu końcówki REQEN do masy. W rozwiązaniu programowym bit ROE rejestru sterującego ustawiany jest w stan wysoki przy równoczesnym utrzymywaniu REQEN w stanie wysokim. Wyjście REQ może być połączone z wejściem przerwanowym procesora sterującego lub też testowane przez ten procesor (polling). Inną możliwością stanowi przesłanie bitu statusu REQ do procesora sterującego poprzez bit D7 dwukierunkowej szyny danych, którego odczyt następuje dla  $\overline{CE-R} W=0$  (patrz tab.3).

Po załączeniu zasilania bity CONT i ROE rejestru sterującego są równe zeru, ponieważ włączenie zasilania generuje słowo rozkazowe XXX11010. Syntetyzator wykonuje wtedy procedurę SLOW STOP.

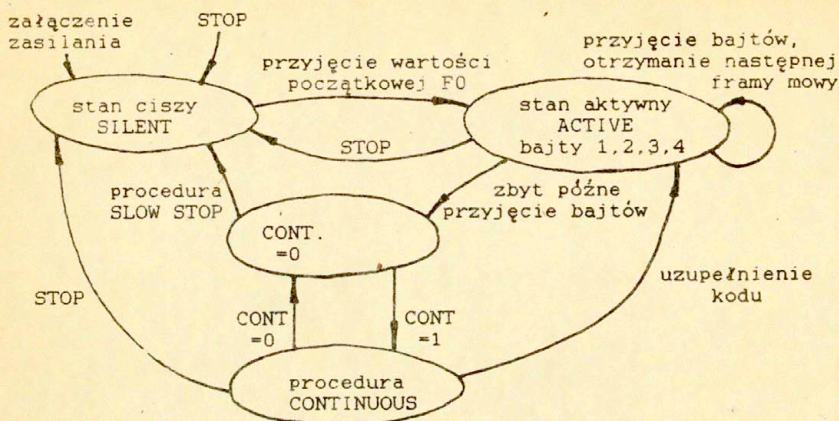
### 3.5. Tryby pracy syntetyzatora.

Rysunek 10 przedstawia diagram trybów pracy i ich zmian przy prawidłowym jak również niewłaściwym (np.spóźnionym) przesyłaniu do syntetyzatora danych o syntetyzowanej mowie. Wyróżnić można dwa tryby pracy:

- stan ciszey (SILENT),
- stan aktywny (ACTIVE).

Stan ciszey charakteryzuje brak sygnału na wyjściu akustycznym OUT i wysoki bit statusu REQ. Syntetyzator przechodzi w ten stan po załączeniu zasilania, po rozkazie STOP lub na końcu procedury SLOW STOP. Rozkaz STOP wywołuje natychmiastowe przejście syntetyzatora w stan ciszey. Powrót do stanu aktywnego następuje po odebraniu przez syntetyzator bajtu początkowej wartości częstotliwości podstawowej.

W stanie aktywnym na podstawie kodów mowy dokonywana jest synteza. Przed przetworzeniem jednej framy mowy muszą zostać dostarczone cztery bajty następnej framy. Jeżeli to nie nastąpi, to - w zależności od bitu CONT słowa rozkazowego w rejestrze

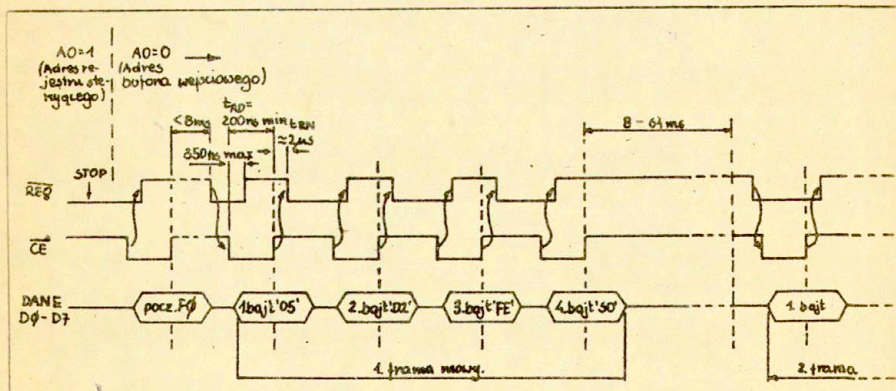


Rys.10. Zasada pracy układu syntetyzatora MEA 8000.

sterującą - wykonywana będzie jedna z dwóch procedur:

- procedura CONTINUOUS (CONT=1),
- procedura SLOW STOP (CONT=0).

Procedura CONTINUOUS powoduje powtarzanie przez syntetyzator ostatniej przyjętej ramy, aż do momentu nadejścia wszystkich



Rys.11. Diagram czasowy sygnałów danych i sygnałów sterujących dla pierwszej ramy.

kodów następnej ramy lub do nadejścia rozkazu STOP. Jest to przydatne przy generowaniu melodii. Procedura SLOW STOP wywołuje przejście syntetyzatora w stan SILENT. Amplituda mowy obniża się wtedy stopniowo, aż do wartości zerowej przy jednorazowym powtórzeniu ostatnio przyjętej ramy.

Rysunek 11 pokazuje diagram czasowy sygnałów  $\overline{CE}$  i  $\overline{REQ}$  dla pierwszej ramy. Następne ramy przesyłane są w ten sam sposób - z pominięciem początkowej wartości częstotliwości podstawowej. Wypowiedź syntetyczna rozpoczyna się od stanu SILENT, w tym przypadku po wpisaniu do syntetyzatora rozkazu STOP. Sygnał żądania przesłania danych  $\overline{REQ}$  jest wtedy w stanie niskim (aktywnym). Po przesłaniu inicjującego syntezę bajtu wartości początkowej częstotliwości podstawowej (przy przejściu  $\overline{CE}$  ze stanu niskiego na wysoki) sygnał  $\overline{REQ}$  pozostaje przez okres do 8 ms w stanie wysokim, a następnie obniża się sygnalizując gotowość do przyjęcia pierwszego bajtu kodów mowy. Dla wpisania danych do bufora wejściowego  $\overline{CE}$  należy zewnętrznie ustawić w stan niski, wpis dokonuje się rosnącym zboczem  $\overline{CE}$ . Sygnał  $\overline{REQ}$  po odebraniu przez syntetyzator danych (każdego z trzech pierwszych bajtów) pozostaje w stanie wysokim ok. 2  $\mu$ s (mierząc od rosnącego zbocza  $\overline{CE}$  - patrz rys.11); po odebraniu czwartego bajtu - 8 - 64 ms. W tej fazie syntetyzator nastawia parametry mowy pierwszej ramy zgodnie z przesyłanymi kodami.

Przygotowanie pierwszej ramy różni się zasadniczo od przygotowania kolejnych ram, ponieważ - za wyjątkiem amplitudy, która zaczyna się od zera i osiąga swoją właściwą wartość na końcu ramy - wartości wszystkich parametrów syntetyzatora muszą być nastawione przed wymówieniem pierwszej ramy. W przypadku kolejnych ram zadane wartości wszystkich parametrów osiągane są dopiero na końcu ramy w wyniku wewnętrznej interpolacji liniowej parametrów.

Każda wypowiedź kończy się rozkazem STOP umożliwiając odebranie nowej początkowej wartości częstotliwości podstawowej dla kolejnej wypowiedzi. Procesor sterujący musi określić kiedy może być przesłany rozkaz STOP tak, aby nie wywołało to skrócenia ostatniej ramy. Praktycznym sposobem wykonania tego jest przesłanie w momencie obniżenia się sygnału  $\overline{REQ}$  "pustej" ramy, której bity amplitudy mają wartość zerową.

### 3.6. Oprogramowanie.

Zewnętrzna pamięć (EP)ROM przechowuje obok zbiorów kodów mowy dla wypowiedzi lub słów również inicjujący bajt początkowej wartości częstotliwości podstawowej i nagłówek danych dla każdego z tych zbiorów. Nagłówek zawiera trzy bajty, z których pierwsze dwa są długością zbioru w bajtach, trzeci zaś pozwala na zakodowanie dodatkowej informacji dla danego zbioru kodów mowy. Następujący po nagłówku bajt jest wartością początkową częstotliwości podstawowej. Zazwyczaj w jednej pamięci ROM przeznaczonej dla zbiorów danych syntezy zapisuje się więcej niż jedną wypowiedź. Dokonuje się wtedy indeksowania umieszczając w liście indeksowej - znajdującej się na początku ROM-u - 2-bajtowy adres początku każdego ze zbiorów danych. Koniec indeksu wskazywany jest przez dwa bajty o wartościach FF FF.

Na rysunku 12 przedstawiono przykładową procedurę programową dla minikomputera/mikroprocesora sterującą syntezą mowy według zapisu kodów w pamięci ROM. Syntezę każdej w wypowiedzi kończy rozkaz STOP. Powinien on być przesłany w momencie, gdy bit statusu REQ jest wysoki. Rozkaz STOP może być również użyteczny na początku zdania, gdy - przykładowo - wartość częstotliwości podstawowej jest w nowym zdaniu wyższa lub niższa niż w zdaniu poprzedzającym.

### 4. Współpraca syntetyzatora MEA 8000 z zestawem minikomputerowym MERA 303.

Dla potrzeb eksperymentów z mową syntetyczną opracowana została koncepcja stanowiska laboratoryjnego. w roli sterownika przewidziano jednostkę centralną zestawu minikomputerowego MERA 303. Jego zadania obejmują nie tylko realizację bezpośredniego procesu syntezy, lecz również automatyczne wspomaganie czynności operatorskich w szeroko pojętym procesie syntezy (obejmującym analizę mowy i przygotowanie parametrów syntezy).

#### 4.1. Charakterystyka zestawu minikomputerowego MERA 303.

Zestaw minikomputerowy MERA 303 wykorzystywany do celów syntezy mowy obejmuje obok jednostki centralnej MOMIK 8B z pamięcią operacyjną 8 kbajtów i typowych urządzeń peryferyjnych, takich jak:

- zestaw: drukarka znakowo-mozaikowa DZM-180 i klawiatura ope-



- ratorska (alfanumeryczna i numeryczna),
- moduł pamięci na dyskach elastycznych MDE-3000 (4x250 kbajtów),
  - perforator taśmy (DF-105) i czytnik taśmy (CT1001A),
- również wyspecjalizowane urządzenia peryferyjne:
- 63-kanałowy analogowy analizator widma (zakres 80-8310 Hz),
  - współpracujący z nim kanał funkcji analogowych KF-01 (zawierający m.in. 8-bitowy konwerter analogowo-cyfrowy) oraz
  - monitor graficzny MEMOSKOP (wielkość obrazu 64x256 punktów).
- Szczegółowe opisy poszczególnych urządzeń zawarte są w pracach [3] str. 9 - 14 i [4] str. 4 - 6.

#### 4.2. Karta syntetyzatora MEA 8000 realizująca syntezę mowy sterowaną z minikomputera MERA 303.

Schemat układu dla syntezy mowy sterowanej z minikomputera MERA 303 przedstawiony jest na rysunku 13.

Syntetyzator MEA 8000 podłączony do minikomputera jako dodatkowe urządzenie zewnętrzne. Przyporządkowano mu dwa numery:

- 11 dla wpisu bajtów kodów mowy do bufora wejściowego syntetyzatora instrukcją wpisu 6.31,
- 16 dla wpisu rozkazów (słów sterujących) do rejestru sterującego syntetyzatora instrukcją wpisu 6.36.

W trakcie transmisji przesyłany bajt kodu mowy lub bajt rozkazu podawany jest na szynę wyjściową danych minikomputera -BY 0 ÷ 7, a następnie poprzez układ negujący (US 1, 2) na szynę danych syntetyzatora D0 - D7. Numer urządzenia z szyny adresowej -BA0 ÷ -BA3 minikomputera doprowadzony zostaje do układu dekodera dana rozkaz (UGY74154). Sygnał żądania przesłania danej REQ przesyła się na wejście przerwaniove minikomputera generujące przerwanie o numerze 21. W zrealizowanym układzie przyjęto konwencję sygnałów sterujących syntetyzatora pokazaną na rys. 9a). Generacja sygnałów CE, R/W i AO następuje na podstawie wyjściowych sygnałów sterujących minikomputera: -I (strob wpisu/odczytu) i -A (wybór wpis/odczyt) oraz sygnałów wyjściowych dekodera dana/rozkaz. Sygnały CE i REQ wymagały odpowiedniego kształtowania czasowego w układach dodatkowych.

Do taktowania układu użyto prostego generatora 4MHz zbu-



dowanego na dwóch brankach NAND (US4), Wyjściowy sygnał syntezy poddawany jest korekcji typu  $\left(\frac{\sin x}{x}\right)^2$  i ograniczeniu pasma do 4 kHz. Służą temu korekcyjne filtry:

dolnoprzepustowy RLC (600  $\Omega$ , 100 mH, 22 nF) o tłumieniu 18 dB/oktawę powyżej 3.4 kHz,

górnoprzepustowy RC (47  $\mu$ F, 22 k $\Omega$ ) o tłumieniu 6 dB/oktawę poniżej 200 Hz.

Jako akustyczny stopień wyjściowy zastosowano scalony wzmacniacz małej mocy UL1481.

#### 5. System Programowy Obsługi Syntetyzatora "SPOS-MEA".

System Programowy Obsługi Syntetyzatora "SPOS-MEA" jest realizacją oprogramowania w znacznym stopniu automatyzującego i ułatwiającego czynności operatorskie wykonywane w trakcie szeroko pojętego procesu syntezy zaczynającego się analizą mowy naturalnej a kończącego syntezą mowy na podstawie przygotowanych i zweryfikowanych parametrów.

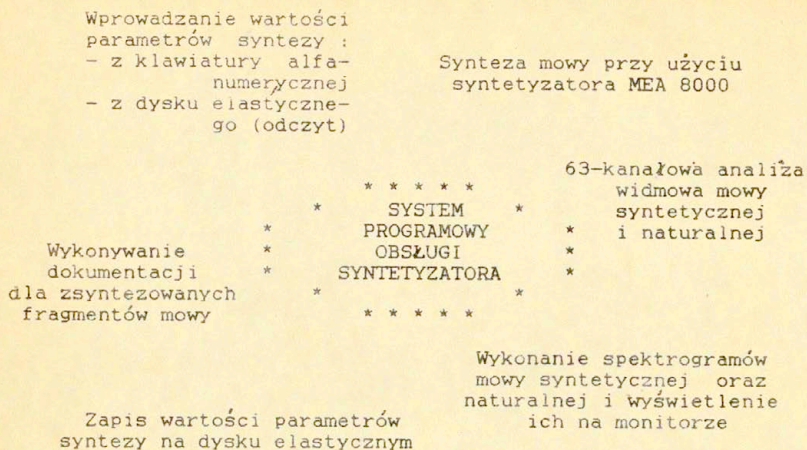
W swych założeniach i funkcjach w znacznym stopniu system ten stanowi adaptację dla syntetyzatora MEA 8000 systemów SPOS i SPOS1 opracowanych dla syntetyzatora COMPUTALKER CT-1. Z tego względu opis systemów SPOS i SPOS1 zawarty w pracach [3] i [4] w większości pozostaje aktualny również dla systemu SPOS-MEA. Dla wygody użytkowników starano się zachować w miarę możliwości format komend systemowych, co jednak nie zawsze było możliwe. Korzystając z doświadczeń użytkowych dążono do uniknięcia niedogodności występujących w poprzednich systemach. W sumie w znaczeniu funkcjonalnym wykorzystano sprawdzony już schemat systemu eliminując pewne jego wady, lecz pod względem programowym stworzono zupełnie nową strukturę wymuszoną parametrami wykorzystywanego syntetyzatora (większą liczbę parametrów syntezy, strukturą i kompresją ich zapisu).

System SPOS-MEA napisany został w języku wewnętrznym mikrokomputera MERA 303. Zajmuje on całą pamięć operacyjną (8k bajtów), z czego prawie połowa przeznaczona jest na zapis programów, pozostała natomiast część stanowi obszar zapisu danych w procesie analizy oraz dla potrzeb syntezy.

#### 5.1. Struktura funkcjonalna systemu SPOS-MEA.

Ogólny schemat blokowy systemu programowego pokazano na





Rys.14. Schemat blokowy systemu programowego.

rysunku 14.

System wykonuje czynności określone wydaniem jednej z następujących komend:

- A analizuj mowę naturalną,
- C czytaj wartości parametrów syntezy,
- DO dysk odczyt,
- DZ dysk zapis,
- S syntezuj według wartości parametrów zapisanych w pamięci,
- T tablicuj wartości parametrów zapisanych w pamięci operacyjnej,
- ZP zeruj pamięć zawierającą wartości parametrów syntezy.

#### 5.2. Język komend systemu SPOS-MEA.

Żądanie systemowe podania symbolu komendy ma postać #, a żądanie podania parametrów komendy - ?. Po podaniu parametrów komendy system wymaga ich akceptacji (litera A) lub odrzucenia (litera B), sygnalizując operatorowi potrzebę decyzji znakiem >. Ingerencja operatora (litera Z) w wykonanie przez system komend także wywołuje żądanie decyzji (>) o zakończeniu komendy (litera K) lub o kontynuacji jej wykonywania (litera A) -

dotyczy to tylko komend C i S.

Parametrami komend mogą być:

- symbole parametrów syntezy:

AV	amplituda sygnału
FO	wartość początkowa częstotliwości podstawowej
PI	przyrost częstotliwości podstawowej
F1 - F3	częstotliwości formantowe
W1 - W4	szerokość pasma formantów
FD	czas trwania ramy

- numery fram - w zakresie od 1 - 304,

- numery umownych sekcji pamięci na dyskach elastycznych - w zakresie od 1 do 250.

Dane liczbowe (parametry komend, wartości parametrów syntezy) z wyjątkiem liczb występujących przy symbolach komendy S kończyć należy kropką lub przecinkiem. Stwierdziwszy błąd w liczbie przed postawieniem kropki, można ją anulować stawiając literę B, np. : 235B-222., w takim przypadku przez system zostanie przyjęta liczba 222. Znak "-" drukowany systemowo po zasygnalizowaniu przez operatora błędu (litera B) jest żądaniem systemowym podania prawidłowej wartości wprowadzanej danej.

Poniżej przedstawione są opisy komend systemu ułożone w porządku alfabetycznym symboli komend:

#### Komenda A

Funkcja komendy : Analizuj materiał mówiony do mikrofonu lub zapisany na taśmie magnetofonowej.

Format komendy : # A> p

p - dopuszczalne dwie możliwości:

A - akceptacja wykonania komendy

B - odwołanie komendy

Wykonanie :

Po akceptacji wykonania komendy następuje zatrzymanie programu. Po nastaniu gotowości do przesłania sygnału mowy z mikrofonu lub magnetofonu, przez wyciśnięcie i wciśnięcie klawisza SS inicjuje się wykonanie programu analizy. Wykonanie programu zostaje zakończone wyświetleniem na ekranie monitora gra-

ficznego spektrogramu analizowanego materiału (w prawej części ekranu).

### Komenda C

Funkcja komendy : Czytaj wartości parametru syntezy i zapisz je w pamięci operacyjnej minikomputera.

Format komendy : # C ? nr framy pocz. ? symbol parametru

> p

A) dla p=A      np ? w.                      B) dla p=B lub K #  
                  np+1 ? w.

⋮

np+x ? w.  
np+x+1 ? Z

> p

np = nr framy początkowej <1,304>

symbol parametru AV, PI, F1, F2, F3, W1, W2, W3, W4, FD

Wykonanie :

Po podaniu parametru komendy (symbol parametru, numer framy początkowej) system żąda potwierdzenia poprawności tych parametrów. Podanie litery B (błąd) powoduje zaniechanie czynności programowych związanych z komendą C. Litera A (akceptacja) decyduje o przejściu do wykonywania komendy. Inne litery alfabetu wywołują ponowne żądanie potwierdzenia poprawności parametrów komendy.

Przy wykonywaniu komendy C system podaje najpierw numer framy (określony na podstawie numeru framy początkowej podanego na początku przez operatora), dla której ma być podana wartość, a następnie żąda wprowadzenia wartości (?). Po wprowadzeniu wartości należy postawić kropkę (lub przecinek) będącą znakiem kończącym tę wartość.

W przypadku stwierdzenia błędu w aktualnej wpisywanej wartości można przed postawieniem kończącej ją kropki podać literę B i wpisywaną wartość powtórzyć poprawnie. Jeżeli po błędnej wartości została postawiona kropka, zamiast wartości kolejnej framy należy wpisać literę B i wprowadzić poprawną wartość.

Wczytywanie wartości parametrów zostaje przerwane po podaniu w miejsce kolejnej wartości litery Z (zatrzymaj). System

żąda wtedy decyzji o powrocie do wykonywania komendy (litera A) lub o zaniechaniu jej wykonywania (K).

Komunikaty błędów:

- B1 - błąd w podaniu symbolu parametru syntezy
- B2 - błąd w podaniu numeru ramy lub przekroczenie podczas wpisywania wartości parametrów syntezy dozwolonego numeru ramy

#### Komenda DO

Funkcja komendy : Przeprowadź odczyt wartości parametrów syntezy zapisanych na dysku elastycznym i zapisz je w pamięci operacyjnej minikomputera.

Format komendy : # DO ? numer ramy początkowej

Dnr dysku Snr sektora > p

D zapytanie o numer dysku - dopuszczalne numery zgodne z numeracją na kasetach dysków : 0, 1, 2, 3

S zapytanie o numer sektora na dyskietce - dopuszczalny jest numer sektora z zakresu <1, 250>

p dopuszczalne dwie możliwości:

- A - akceptacja parametrów komendy
- B - błąd w podaniu parametrów komendy

Wykonanie :

Wykonując komendę system odczytuje zapisaną na początku każdego sektora dysku długość przechowywanej w sektorze wypowiedzi. Na podstawie numeru ramy, od której ma nastąpić wpis wypowiedzi do pamięci operacyjnej (numeru ramy podanego przez operatora) oraz długości odczytywanej wypowiedzi następuje sprawdzenie, czy odczytywana wypowiedź zmieści się w obszarze pamięci przewidzianym na parametry syntezy. Jeżeli wynik sprawdzenia jest negatywny, odczyt zostaje zaniechany.

Komunikaty błędów :

- B0 - błąd w podaniu symbolu komendy
- B2 - błąd w podaniu numeru ramy początkowej lub zbyt duża liczba ram, których wartości zapisane są w danym sektorze dyskietki
- B5 - nieoperatywność pamięci dyskowej - należy sprawdzić trzy elementy:
  - załączenie zasilania modułu MDE-300,

- poprawność włożenia dysków elastycznych
  - poprawność zamknięcia drzwiczek modułu pamięci
- po ich sprawdzeniu i stwierdzeniu ich prawidłowości nieoperatywność powinna ustąpić
- B6 - niepoprawny numer sektora pamięci dyskowej

#### Komenda DZ

Funkcja komendy : Przeprowadź zapis wartości parametrów syntezy zgromadzonych w pamięci operacyjnej minikomputera na dysku elastycznym.

Format komendy : # DZ ? nr ramy pocz. ? nr ramy końc.

Dnr dysku Snr sektora > p

D zapytanie o numer dysku - dopuszczalne numery zgodne z numeracją na kasetach dysków : 0, 1, 2, 3

S zapytanie o numer sektora na dyskietce - dopuszczalny jest numer sektora z zakresu <1,250>

p' dopuszczalne dwie możliwości:

- A - akceptacja parametrów komendy
- B - błąd w podaniu parametrów komendy

Wykonanie:

Sprawdziwszy, czy wypowiedź przeznaczona do zapisu na dysku nie jest zbyt długa (max. 254), system dokonuje jej zapisu na dysk jako pierwszą umieszczając w sektorze informację o długości wypowiedzi.

Komunikaty błędów :

- B0 - błąd w podaniu symbolu komendy
  - B2 - błąd w podaniu numeru ramy początkowej lub końcowej
  - B3 - zbyt duża liczba fram
  - B5 - nieoperatywność pamięci dyskowej - należy sprawdzić trzy elementy:
    - załączenie zasilania modułu MDE-300
    - poprawność włożenia dysków elastycznych
    - poprawność zamknięcia drzwiczek modułu pamięci
- po ich sprawdzeniu i stwierdzeniu ich prawidłowości nieoperatywność pamięci powinna ustąpić
- B6 - niepoprawność numeru sektora pamięci dyskowej
  - B7 - zbyt duża liczba fram do zapisu na dysku

Komenda S

Funkcja komendy : Syntetyzuj na podstawie zgromadzonych w pamięci operacyjnej minikomputera wartości parametrów syntezy.

Format komendy : # Sx ? nr ramy pocz.<sub>1</sub> ? nr ramy końc.<sub>1</sub>  
? nr ramy pocz.<sub>2</sub> ? nr ramy końc.<sub>2</sub>

⋮

? nr ramy pocz.<sub>x</sub> ? nr ramy końc.<sub>x</sub>

FO ? wartość pocz. FO

> p Z > p

x - liczba syntetyzowanych fragmentów mowy, x = 1, 2, 3, 4, 5

p- dopuszczalne trzy możliwości :

A - akceptacja parametrów komendy

B - błąd w podaniu parametrów komendy

K - zakończenie wykonywania komendy

Z zatrzymanie wykonywania komendy

Uwaga: po x nie należy stawiać kropki !

Wykonanie :

Zaakceptowanie parametrów komendy powoduje przejście do syntezy fragmentów mowy o długościach określonych numerami fram początkowych i końcowych. Poszczególne fragmenty mogą na siebie zachodzić, być stycznych lub rozłącznych. Poprzez odpowiednie uszeregowanie parametrów komendy można je zestawiać w dowolny sposób. Synteza jest cyklicznie wykonywana (powtarzana) do momentu ingerencji operatora - przyjęcie przez system z klawiatury operatorskiej litery Z. Jeżeli ingerencja ma miejsce w trakcie wykonywania aktualnego cyklu syntezy, to cykl ten zostanie dokończony i dopiero wtedy zostanie uwzględniona ingerencja. Odpowiedzią na ingerencję jest żądanie decyzji o kontynuacji wykonania komendy (litera A) lub o zakończeniu jej wykonywania (litera K).

Komunikaty błędów :

B0 - błąd w podaniu symbolu komendy

B2 - błąd w podaniu numeru ramy

B3 - zbyt duża liczba fram, błąd w podaniu numeru ramy końcowej

#### Komenda T

Funkcja komendy: Tablicuj wartości kompletu parametrów syntezy.  
Format komendy : # T ? nr ramy pocz. ? nr ramy końc.

> P

p dopuszczalne dwie możliwości :

A - akceptacja parametrów komendy

B - błąd w podaniu parametrów komendy.

Wykonanie :

Uzyskawszy akceptację system drukuje w postaci tabelarycznej zestawienie wartości wszystkich parametrów syntezy poza częstotliwością podstawową, która jest jednoznacznie określana dopiero przy synteżowaniu wypowiedzi (komenda S). Przed przystąpieniem do wykonania komendy należy pamiętać o założeniu na drukarkę szerokiego papieru obreźnie perforowanego.

Komunikaty błędów :

B2 - błąd w podaniu numeru ramy

B3 - zbyt duża liczba ram, błąd w podaniu numeru ramy końcowej.

#### Komenda ZP

Funkcja komendy : Zeruj obszar pamięci operacyjnej przeznaczony na zapis wartości parametrów syntezy.

Format komendy : # ZP

> P

p dopuszczalne dwie możliwości :

A - akceptacja wykonania komendy

B - odwołanie komendy

Wykonanie :

Po akceptacji wykonania komendy następuje zatrzymanie programu (dodatkowe zabezpieczenie przed omyłkowym wymazaniem pamięci danych). Wyciśnięcie i wciśnięcie klawisza SS powoduje zastartowanie programu i wyzerowanie obszaru pamięci, w którym zapisywane są wartości parametrów syntezy.

#### 5.3. Wykaz błędów operatorskich sygnalizowanych przez system.

System SPOS-MEA przeprowadza kontrolę podawanych przez operatora parametrów komend pod względem ich logicznej poprawności. Wykryte błędy są sygnalizowane następującymi komunika-

tami (po myślniku podane jest znaczenie komunikatu) :

- B0 - błąd w podaniu symbolu komendy
- B1 - błąd w podaniu symbolu parametru syntezy
- B2 - błąd w podaniu numeru framy      lub  
przekroczenie podczas wpisywania wartości parametrów dozwolonego numeru framy      lub  
zbyt duża liczba fram, których wartości zapisane są w danym sektorze pamięci dyskowej
- B3 - zbyt duża liczba fram (błąd w podaniu numeru framy końcowej)
- B4 - błąd w wartości parametru PI
- B5 - nieoperatywność pamięci dyskowej
- B6 - niepoprawny numer sekcji (sektora) pamięci dyskowej
- B7 - zbyt duża liczba fram do zapisu na dysku

#### 6. Uwagi końcowe.

Cechami układu syntetyzującego MEA 8000 użytego w opisanym stanowisku dla syntezy mowy są: mały rozmiar, mały pobór mocy, stosunkowo niski koszt, proste sterowanie i znaczna kompresja danych. W przypadku pozytywnych wyników uzyskanych w warunkach laboratoryjnych stwarza to możliwość praktycznego zastosowania takiego układu dla syntezy komunikatów. Sposób kształtowania parametrów syntezy, a zwłaszcza programowalna długość framy stanowi kolejną zaletę układu. Pozwala to mieć nadzieję albo na pewne zmniejszenie pamięci (EP)ROM wykorzystywanej przez układ lub też, przy niezmienionej pamięci, na dość znaczne wydłużenie czasu trwania wypowiedzi.



BIBLIOGRAFIA

- [1] BEST, S.W., Sprachsynthese, Elektronik-Industrie 6, 1984, 15 - 27.
- [2] CARTER, J.P., Electronically speaking : computer speech generation, Howard W. Sams & Co., Inc., Indianapolis, 1983, 80 - 126.
- [3] CIAFKOWSKI, R., Algorytmizacja i oprogramowanie działań operatorskich dla parametrycznej syntezy mowy za pomocą układu CT-1 sterowanego z minikomputera MERA 303, Prace IPPT 14/1983, Warszawa 1983.
- [4] CIAFKOWSKI, R., Sterowana z minikomputera MERA 303 synteza wybranych diał polskich i ich percepcja, Prace IPPT 7/1984, Warszawa 1984.
- [5] Datenblatt MEA 8000. Valvo, Juli 1982.
- [6] GEPPERT, R., KUHN, M., MARCUS, S., NEY, H., SICKERT, K., Automatische Spracheingabe und Sprachausgabe, Verlag Markt & Technik, München, 1983, 155-220.
- [7] SICKERT, K., Hohe Sprachqualität - geringer Speicherbedarf, Elektronik 4, 1984, 45 - 50.
- [8] Sprachsynthesizer MEA 8000. Applikationshinweise. Valvo - Technische Information 840123.

DODATEK

S K R O T Ó W Y   O P I S   S Y S T E M U

S P O S   =   M E A   8 0 0 0

Obszar pamięci zajmowany przez system : 3.00 - 165.37  
Obszar pamięci na program wczytujący system : 2.00 - 2.16  
Obszar pamięci na program perforujący system : 2.20 - 2.37  
Start systemu : 40.00  
Maksymalna liczba fram : 304  
Maksymalna liczba syntetyzowanych fragmentów : 5  
Numery modułów dysków elastycznych : 0, 1, 2, 3  
(zgodne z oznaczeniami na drzwiczkach modułów)  
Liczba umownych sektorów na dysku elastycznym: 252  
Maksymalna liczba fram do zapisu na dysku : 254

KOMENDY SYSTEMU SPOS-MEA 8000

> p konieczność podjęcia decyzji

p - A akceptacja i przejście systemu do wykonania komendy

p - B błąd i zaniechanie wykonania komendy, powrót do początkowego zgłoszenia systemu

ANALIZUJ mowę naturalną (wejście z mikrofonu lub magnetofonu)

# A > p

po akceptacji następuje zatrzymanie wykonywania programu, wykonanie analizy następuje po wyciśnięciu i wciśnięciu klawisza SS pulpitu operatora

CZYTAJ wartości parametru

# C ? numer ramy początkowej ? symbol parametru

> p

symbole parametrów : AV - amplituda sygnału mowy

FD - czas trwania ramy

PI - przyrost F0  
F1 - częstotliwość 1-go formantu  
F2 - częstotliwość 2-go formantu  
F3 - częstotliwość 3-go formantu  
W1 - szerokość pasma 1-go formantu  
W2 - szerokość pasma 2-go formantu  
W3 - szerokość pasma 3-go formantu  
W4 - szerokość pasma 4-go formantu

przerwanie wprowadzania wartości parametru - litera Z, a po zgłoszeniu się systemu (znak >) litera K

#### DYSK ODCZYT

# DO ? numer ramy początkowej  
Dnumer modułu Snumer sektora umownego > p

#### DYSK ZAPIS

# DZ ? numer ramy początkowej ? numer ramy końcowej  
Dnumer modułu Snumer sektora umownego > p

#### SYNTEZUJ

# Sx ? nr 1-ej ramy początkowej ? nr 1-ej ramy końcowej  
:  
:  
nr x-tej ramy początkowej ? nr x-tej ramy końcowej  
FO ? początkowa wartość F0  
> p  
x liczba syntetyzowanych fragmentów mowy (1, 2, 3, 4 lub 5),  
liczby tej nie kończymy kropką

#### TABLICUJ

# T ? numer ramy początkowej ? numer ramy końcowej  
> p

#### ZERUJ PAMIĘĆ

# ZP  
> p

po wydaniu komendy i jej zaakceptowaniu następuje zatrzymanie programu (dodatkowe zabezpieczenie), dla wykonania komendy należy wycisnąć i wcisnąć klawisz SS pulpitu operatora

SPEECH SYNTHESIZER MEA 8000 -  
CIRCUIT AND SOFTWARE FOR SYNTHETIC SPEECH

Abstract

Integrated speech synthesizers, which have opened up possibilities of widespread implementation of speech synthesis, are realized using various methods. The paper presents a general division of currently available LSI speech synthesizers. The formant synthesis method has also been applied in digital microelectronics. As an example, MEA 8000, produced by VALVO, is described with reference to characteristic technical data, principle of functioning and control rules.

A MEA 8000 synthesizer and minicomputer MERA 303 system were used to set up a laboratory stand for speech synthesis. Appropriate software has been developed which makes it possible to input and prepare the synthesis data, store them on floppy disks and aid synthesis by spectral analysis.