

Möglichkeiten der Syn- thetischen Spracherzeugung in Verbindung mit meinem Mikrocomputersystem

ABB Jugend Workshop 1991

**Reto Stöckli
Chaesirain 9
6214 Schenkon
Tel: 045/21 40 92**

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Einleitung.....	2
2.	Vorgehen.....	3
	2.1 kurze Vorgeschichte	
	2.2 Vorgehen beim Workshop-Wettbewerb	
3.	Ergebnisse.....	7
	3.1 Beschreibung des Schaltungsaufbaus	
	3.2 Software	
	3.3 Ziele und Verbesserungen	
4.	Projektwoche.....	11
5.	Zusammenfassung.....	12
6.	Allgemeine Hinweise.....	13
	6.1 Literaturliste	
	6.2 Weitere Unterlagen zu meinem Projekt	
	6.3 Lieferfirmen der Bauteile	
7.	Präsentation.....	14
8.	Anhang mit Schaltplänen und Listings	

1. Einleitung

Jedermann ist im Alltag sicher schon einmal von einem Computer angesprochen worden, obwohl er es vielleicht gar nicht gemerkt hat. Künstliche Sprachausgabe wird in manchen alltäglich benutzten Geräten angewandt. So zum Beispiel in der telephonischen Zeitansage aber auch in modernen Billettautomaten, sogar in Kinderspielzeugen sind Sprachgeräte eingebaut.

Die einfachste, und billigste Methode, Sprache über einen Computer wiederzugeben, ist die Digitalisierung des Tonsignals und anschließende Ausgabe. Diese Methode ist aber nur für fest vorgegebene Sätze oder ganze Texte verwendbar.

Um aber zum Beispiel wie bei der Zeitansage den zu sprechenden Text verändern zu können, sollte man ihn Buchstabenweise ausgeben können. Meistens übernimmt dann ein spezieller Chip die Umwandlung vom Phonem (=Lauteinheit aus Buchstabengruppen) in den entsprechenden hörbaren Laut.

Dies war nur eine sehr kurze Einführung in das eigentlich komplexe aber doch interessante Thema, mit dem ich mich schon seit etwa zwei Jahren beschäftige.

Da baute ich nämlich mein erster Sprachgenerator, der immerhin Texte in monotoner Sprache und mit Amerikanischem Akzent vorsprechen konnte.

Das Gerät, das ich am Workshop anmelde, ist noch nicht perfekt, aber es hat immerhin eine sehr natürliche Sprache und kann bereits Lieder vorsingen. Die Verwendungsmöglichkeiten eines hochwertigen Sprachsystems sind sehr vielfältig und werden heutzutage zum Teil schon ausgenutzt (Siehe obige Beispiele). Durch die Verfeinerung der Technik und bessere Anpassung an die menschliche Sprache könnten solche Geräte vermehrt im Alltag ihren Einsatz finden. Denkbar wäre die Ablösung von Tonbandkassetten in Alarmgeräten (Telealarm) bis zum Ersatz des Nachrichtensprechers am Radio (Was doch eher zu sehr an Fiktion grenzt).

Zur Verwirklichung des ganzen Projektes beanspruchte ich die Unterstützung von einigen Personen, die mir teure Geräte zur Verfügung stellten und mir mit Insidertips weiterhalfen. Somit möchte ich folgenden Personen (Institutionen) danken :

- Der Firma U.S.-Engineering Sursee, insbesondere Herrn Ulrich Schweizer
- Herrn Stefan Fellmann, Sursee
- Sämtlichen Lieferfirmen der benötigten Bauteile für Ihren ausgezeichneten Lieferservice
- Meinen Eltern für ihr Verständnis, dass sie mich teilweise nur beim Mittagessen zu Gesicht bekamen.

2. Vorgehen

Eigentlich habe ich mein Projekt schon vor der Bekanntgabe ihres Wettbewerbes begonnen. Denn ich befasse mich mit der Synthetischen Spracherzeugung schon seit zwei Jahren. Aber ich werde am Workshop selbstverständlich nur das präsentieren, was ich seit dem Oktober 1990 entwickelt habe. Es ist eigentlich auch der grösste Teil meiner bisherigen "Forschungen", denn die Anmeldung am Workshop gab mir auch den Ausschlag, mich wieder gründlich mit diesem Thema zu befassen.

2.1 kurze Vorgeschichte

Aber hier doch einen kurzen Ueberblick, was ich vor der Anmeldung am Workshop auf dem Gebiet Sprachgeräte entwickelt habe:

- Januar 1989 : Nachdem ich mir das Buch "Sprechen mit dem Mikro" gekauft habe, beginne ich mit dem Nachbau eines im Buch beschriebenen Sprachgenerators.
- März 1989 : Die Schaltung mit dem Sprachsynthesizer - IC SP-256 AL2 funktioniert, nachdem ich sie an der Centronics-Schnittstelle meines Sirius1-Rechners angeschlossen habe.
- Juni 1989 : Ich habe ein Editor-Programm in Basic geschrieben, mit dem ich ganze Sätze sprechen lassen kann. (Mit ein bisschen Uebung versteht man, was mein Sprachgenerator sagt)
- August 1989 : Jetzt wechsele ich vom Sirius1 zum PC und übertrage auch das Programm auf meinen XT. Ich beschäftige jetzt aber vermehrt mit der Entwicklung meines Mikrocomputersystems.
- Nov. 1989 : Der erste selbstgebaute 8-Bit Rechner basierend auf dem 8085-Prozessor ist betriebsbereit.
- Februar 1990 : Ich bestelle Unterlagen zum Sprachsynthese - IC Artic 263, das ich bis jetzt verwende.
- Mai 1990 : Das erste Gerät für den Anschluss an einem PC, das den Artic 263 verwendet, funktioniert.
- Juni 1990 : Ich bin inzwischen auf Turbo Pascal umgestiegen schreibe in dieser Programmiersprache ein Programm für das neue Gerät.

Die Ausgabe eines Phonems erfordert die Definition von etwa acht verschiedenen Sprachregistern im Gerät. Dadurch kann sehr natürliche Sprache, fliessend und verständlich erzeugt werden, was aber sehr schwierig ist und viel Uebung verlangt.

Sept. 1990 : Erstellung der ersten Pläne für ein neues Mikrocomputersystem, bei dem ich den Sprachsynthesizer einbauen kann.

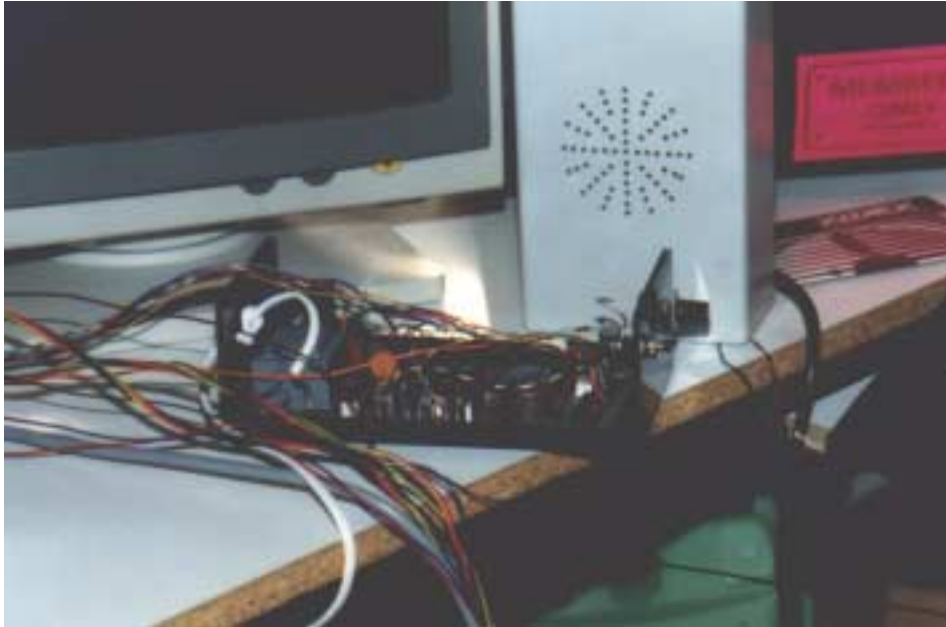


Bild 1: Sprachausgabegerät zum Anschluss an den PC, das den ARTIC 263 verwendet. Ich benutze es noch immer zum Testen eines Sprechtextes, bevor ich ihn in den Mikrocomputer lade.

2.2 Vorgehen beim Workshop-Wettbewerb

Hier beginnt meine eigentliche Arbeit an dem System, das ich am Workshop präsentieren werde.

a) Mikrocomputerplatine

Nach der Anmeldung mache ich mich sofort daran, die Schaltpläne und Layouts für die Computerplatine anzufertigen. Da es eine Doppelseitig beschichtete Leiterplatine wird, ist dies ein besonders schwieriges Vorhaben. Etwa Anfangs November stelle ich die Computerplatine her. Es gelingt zwar erst nach einigen Versuchen, eine qualitativ gute Platine zu bekommen. Das Bohren und Bestücken nimmt einige Zeit in Anspruch, vor allem, weil ich zur Durchkontaktierung der unteren und oberen Leitbahnen winzige Hohlkugeln mit 0.8 mm Durchmesser verwende. Im Industriellen Bereich werden diese Verbindungen mit Hilfe von galvanischer Bedampfung hergestellt, was aber im Hobbybereich etwas zu teuer wäre. Als Tastatur- und Anzeigeeinheit verwende ich die vom Vorgängermodell, denn es wäre zu Zeitaufwendig, eine neue zu konstruieren.

b) Sprachsyntheseplatine

Das Layout für die Sprachausgabeplatine ist etwa mitte November fertiggestellt. Bis zum fertigen Endprodukt vergeht beinahe ein Monat, denn einige in der Schweiz nicht erhältliche Bauteile (oder dann einiges teurer) müssen im Ausland bestellt werden. Kurz vor Weihnachten ist das ganze System fertiggestellt. Dies ist leider nur auf die Hardware bezogen, und ohne Programm läuft nun mal kein Computer.

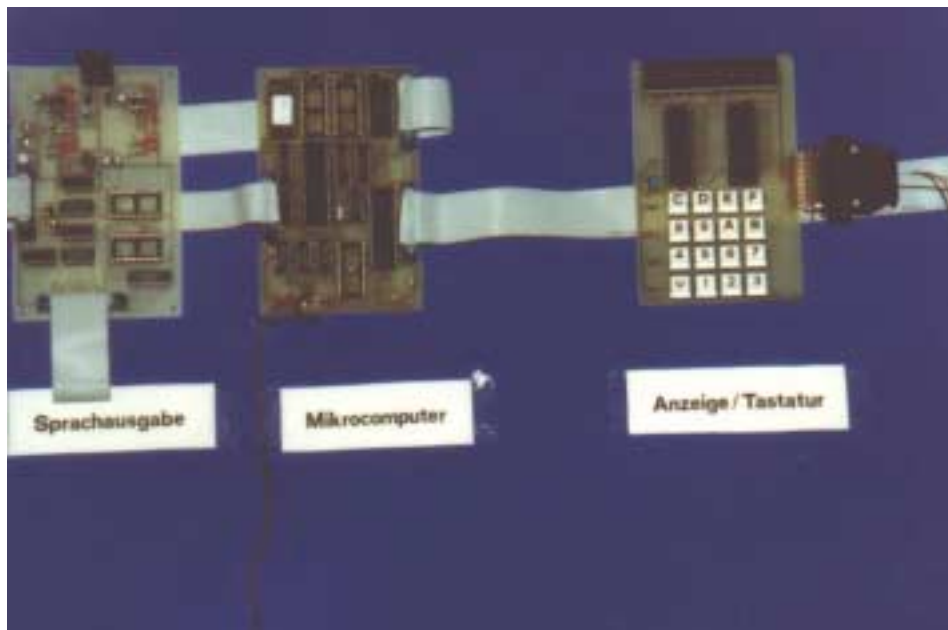


Bild 2: Mikrocomputersystem mit den einzelnen Komponenten.

c) Steuerprogramm

Für den Vorgänger besass ich ein Systemprogramm, das mir seine Programmierung in Hexadezimal, Programmstarts, Datenverkehr mit dem PC und noch andere Utilities erlaubte. Ich schrieb es auf meinem IBM-Compatiblen um, so dass es auf dem neuen Rechner läuft. Die Assemblierung kann ich bei mir zu Hause vornehmen (Dank der freundlichen Bereitstellung eines entsprechenden Programms).

d) Test / Ueberprüfung

Jetzt ist eigentlich der Zeitpunkt gekommen das ganze System zu testen, aber da ich zuhause keine dazu erforderlichen Apparaturen besitze, muss ich diese der Firma U.S.-Engineering (S. oben) benützen.

e) Präsentation

Zur Präsentation des Projektes möchte ich einen kurzen Text sprechen lassen und anschliessend sollte das System noch ein Lied vorsingen. Also beginne ich mit dem Editieren des Textes auf dem PC. Ich muss mit dem entsprechenden Phonemeditor jeder einzelne zu sprechende Laut mit den dazugehörigen Parametern eingeben, was sehr viel Zeit beansprucht aber eine gute Anpassung an den menschlichen Sprachverlauf bewirkt.

Die Datei mit den Sprachdaten wird anschliessend in einen Festwertspeicher für mein Mikrocomputersystem gebracht, von wo aus ich den Sprachsynthesizer mit diesen Daten beliefern kann.

f) Abschlussarbeiten

Falls keine Pannen auftreten wird mein Projekt bei der Präsentation "einige Laute" von sich geben. Es gilt jetzt in den letzten Wochen noch alles zu verfeinern und vollständig nach allfälligen Fehlern zu untersuchen.

(Hier breche ich jedoch meine Vorgehensbeschreibung ab, denn ich sollte ja diesen Bericht hier einsenden)

3. Ergebnisse

3.1 Beschreibung des Schaltungsaufbaus

Die Hardware-Komponente des Systems besteht aus drei Hauptteilen:

- Der Mikrocomputer zur Steuerung
- Die Tastatur/Anzeigeplatine
- Die Sprachsyntheseeinheit zur Ausgabe

Zum besseren Verständnis sollten Sie die im Anhang folgenden Schaltpläne konsultieren.

a) Der Mikrocomputer

Der Mikrocomputer besteht aus einem 8-bit-Prozessor, der die zentrale Steuerung übernimmt, der Memory-Unit und diversen Ein- und Ausgabebausteinen. Als Prozessor wählte ich den Typ 8085 von Intel, den ich schon bei einem anderen System verwendet habe und somit auf einige Erfahrungen zurückgreifen konnte. Obwohl dieser Baustein keineswegs als "High Tech" angesehen werden kann (also: bitte meine Schaltung nicht mit einem 486'er vergleichen), genügt er vollständig in meinem Projekt. Der adressierbare Speicherbereich des 8085 liegt bei 64 kByte, von denen ich mittels vier Steckplätzen in 8 kByte Speicherbausteinen die Hälfte benütze. Der erste (v. links) Speicherbaustein mit der Adressbelegung von 0000-1FFF Hex sollte ein (E,EE)PROM sein, denn da nach einem Reset der Prozessor seine Arbeit bei der Adresse 0000 beginnt, muss er ein Startprogramm beinhalten. Bei den restlichen drei Steckplätzen kann man durch "Jumper" zwischen Nur-Lese- und Schreib-Lese-Speichern wählen.

Sämtliche Adress- und Datenleitungen sowie die Steuerleitungen sind über Stecker an der Platine abgreifbar. Zur Datenkommunikation zwischen Ein-/Ausgabe-Einheiten oder dem PC sind zwei Bauteile zuständig. Die Parallele Ein-/Ausgabe übernimmt der Baustein 8255 (Sicherlich allen bekannt), der drei 8-bit Ports enthält. Sämtliche 24 Datenleitungen sind über eine eigene Steckerleiste zugänglich. Im Mikrocomputersystem wird allerdings der grösste Teil der Ports für die Tastatur- und Anzeigeplatine benötigt. Ausserdem besteht noch die Möglichkeit der seriellen Datenübertragung. Diese kann direkt über zwei dem Mikroprozessor eingebauten Kommunikationsleitungen (SID, SOD) geschohen, oder es kann der im Mikrocomputer miteingebaute universal-Seriellbaustein 8251 benützt werden, mit dem sich alle heute gängigen Standards realisieren lassen. Allerdings ist seine Funktion in dieser Prototyp-Version noch nicht getestet, da ich ihn für dieses Projekt nicht brauche. Auch seine Übertragungsleitungen sind über einen eigenen Stecker (noch nicht eingebaut) angeschlossen.

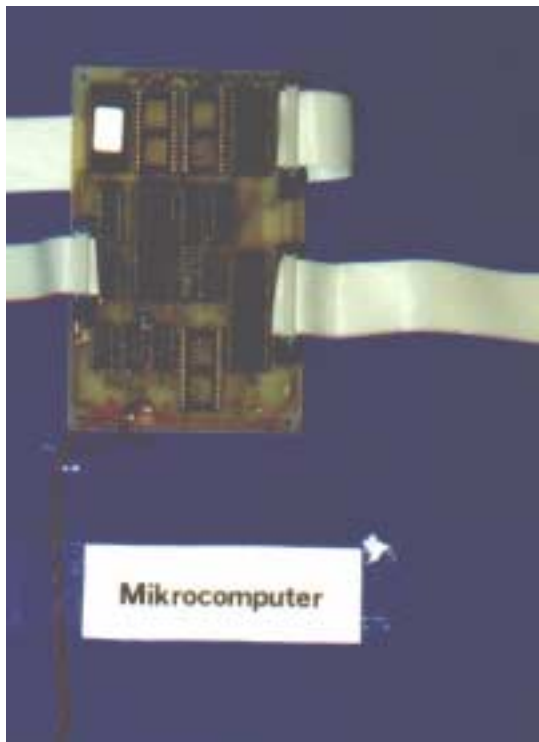


Bild 3: Die Mikrocomputer- Bild 4: Die Tastatur/Anzeigeplatine mit einem Eprom und platine einem RamBaustein bestückt.

b) Tastatur/Anzeige

Die Tastatur/Anzeigeplatine möchte ich auch noch kurz erläutern, obwohl ich sie direkt vom früheren System übernommen habe (aus Zeitgründen blieb mir nichts anderes übrig).

Die Tastatur besteht aus 16 Tasten, die nach dem Hexadezimalsystem (0123456789ABCDEF) angesprochen werden. Die Tasten sind direkt nach dem Zeilen-Spalten-Prinzip an den oben beschriebenen 8255 angeschlossen.

Die acht Anzeigebausteine werden über zwei spezielle Ansteuerungs-IC's betrieben. Jedes übernimmt vier der 7Segmentanzeigen. Die 40-poligen IC's (ICM 7212 MIPL) sind ebenfalls an den 8255 angeschlossen und werden softwaremässig dekodiert.

c) Sprachsynthesizer

Die Platine, auf der sämtliche für die Spracherzeugung notwendigen Bauteile untergebracht sind, ist direkt an den Adress/Datenbus der Mikrocomputerplatine verbunden. Der eigentliche Baustein, der die Sprache produziert, ist auf dieser Platine zweimal vorhanden. Dies ist als eine Erweiterung gedacht, in der zum Beispiel zwei Stimmen gleichzeitig erzeugt werden könnten und so vielleicht eine weitere Verbesserung der Klangqualität erzielt werden könnte (Thema für die Projektwoche). Präsentieren werde ich die Schaltung mit einem Synthesizer. Er wird von der Amerikanischen Firma SSI produziert und trägt den Namen ARTIC 263. Er wird von meinem Mikrocomputer als normaler I/O-Baustein angesprochen.

Er besteht aus fünf Registern, in die sämtliche Daten für jeden Laut eingelesen werden, einer Steuereinheit und einigen verschiedenen Oszillatoren und Rauschgeneratoren, sowie etlichen Filtern und dem Ausgangs-Operationsverstärker. Die genaue Beschreibung der einzelnen Komponenten würde den Rahmen dieser Arbeit bei weitem sprengen und sind für das weitere Verständnis der Schaltung nicht nötig.

Am Ausgang des ARTIC 263 ist noch ein einfacher AudioVorverstärker mit Tiefpassfilter nachgeschaltet. Da der Synthesizer meistens an eine Verstärkeranlage angeschlossen wird, war dies nötig, den das Ausgangssignal des ARTIC 263 ist sehr schwach und weiter schützt dies den empfindlichen Baustein vor seiner Zerstörung (zB. beim Anschluss an "Vorsteinzeitliche Röhrenverstärker").

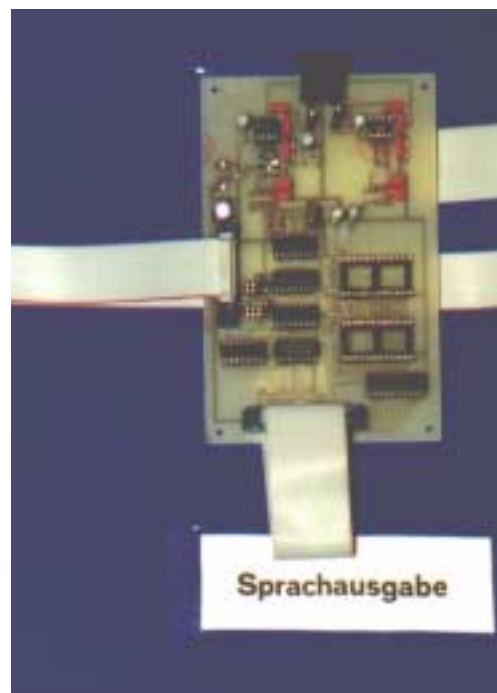


Bild 5: Sprachausgabeboard ; Der ARTIC 263 ist noch nicht eingesetzt.

3.2 Software

Zur Steuerung des Mikrocomputers benutze ich ein Monitorprogramm, das folgende Funktionen ausführen kann (Ein Ausdruck dieses Assemblerprogramms ist im Anhang beigelegt) :

- Initialisierung des Systems beim Start
- Eingabe von Programmen in Hexadezimal
- kopieren von Speicherblöcken
- Ueberprüfung von Ram-Bausteinen
- Start eines Programmes

Sämtliche Eingaben werden über die Hex-Tastatur (s. oben) gemacht. Eingegebene Adressen, Daten oder Kommandos können nicht rückgängig gemacht werden (Korrekturen nur bei Eingabe von Programmen). Dies ist gewiss ein sehr einfaches Bedienungsprogramm, aber mit den derzeitigen Hardwarevoraussetzungen ist eine Aenderung noch nicht nötig.

In absehbarer Zeit werden eine ASCII-Tastatur und eine Bildschirmstation folgen, die dann das Arbeiten etwas komfortabler gestalten aber auch mehr Programmieraufwand erfordern.

Weiterhin sind einige Unterprogramme dazugekommen, die mit dem Kommando "Programm starten" abgerufen werden können:

- Kommunikation mit dem PC. Vor allem Datenübernahme mittels der parallelen Schnittstelle
- Initialisierung des Sprachsynthesizers
- Ausgabe von Sprache/Liedern/Musik aus dem Speicher des Mikrocomputers

3.3 Ziele und Verbesserungen

Die Eingabe des zu sprechenden Textes übernimmt ein in Turbo Pascal geschriebenes Editorprogramm.

Es ist aber sehr umständlich, jeden einzelnen Laut und etwa zehn dazugehörnde Parameter einzeln einzugeben, und ausserdem sagen die Eingegebenen Artikulations- und Filterwerte sehr wenig über den den wirklich hörbaren Laut aus. Darum möchte ich ein Programm realisieren, das nur die Eingabe eines Textes (oder eine Datei aus einem Textprogramm) erfordert und dann automatisch die Uebersetzung in fliessende Sprache übernimmt.

4. Projektwoche

- Entwicklung eines Programms, das ein normaler Text umwandeln kann und über den Sprachsynthesizer fließende Sprache ausgeben kann. Damit ist nicht ein betriebsbereites, anwenderfreundliches Endprodukt gemeint, aber ich möchte das Grundprinzip mit den benötigten Algorithmen entwerfen.
- Schnittstelle zu meinem Mikrocomputersystem, mit der ich vom PC aus direkt Sprache auf den Sprachgenerator geben kann. Einige Entsprechende Programmänderungen auf der Seite des Programms auf dem PC sowie am Assemblerprogramm im Mikrocomputer wären nötig.
- Ausarbeitung verschiedener Problemlösungen für Anwendungsgebiete, in denen mein System eingesetzt werden könnte. Realisierung von Prototypen (aus Zeitgründen wahrscheinlich nicht möglich)
- Entwicklung eines Erweiterungsboards mit eingebautem Sprachsynthesizer für verschiedene Computer (Steckkarte am PC).
- Erprobung anderer Sprachausgabegeräte von Professionellen Herstellern (Ich bin sicher nicht der einzige, der sowas macht). Daraus könnte man meine nun schon nicht mehr "moderne" Technik dem heutigen Forschungsstand anpassen.

Hier folgt ein Hardcopy des Phonemeditors, bei dem zu jedem Laut auch entsprechende Sprachparameter eingegeben werden müssen, was sehr umständlich ist. Ein Programm, das den eingegebenen Text direkt in Sprache umwandelt, möchte ich in der Projektwoche entwickeln.

```

PHONemLABor By SEC Version 3.4          EDIT: 1S
-----
Nr   Phonem(0)   D(0)   Infl(1)   Rate/Infl(2)   Art/Amp(3)   Filter(4)
161  AH   é0Eç     4     C5        BF            5A           E9
162  Y    é03ç     2     C5        BF            5A           E9
163  B    é24ç     2     C5        BF            5A           E9
164  OU   é12ç     4     C5        BF            5A           E9
165  N    é38ç     2     C5        BF            5A           ED
166  N    é38ç     2     BE        BE            5A           ED
167  Y    é03ç     4     BE        BE            5A           E9
168  Y    é03ç     2     BE        BE            5A           E9
169  T    é28ç     3     C5        BF            5A           E9
170  U1   é17ç     4     C5        BF            5A           E9
171  U1   é17ç     1     C5        BF            5A           E9
172  M    é37ç     4     C9        B9            5A           E9
173  Y    é03ç     4     C9        B9            5A           E9
174  Y    é03ç     4     C9        B9            5A           E9
175  Y    é03ç     4     C9        B9            5A           E9
176  T    é28ç     3     CF        B9            5A           E9
177  U1   é17ç     4     CF        B9            5A           E9
178  U1   é17ç     1     CF        B9            5A           E9
179  M    é37ç     4     D4        BB            5A           E9
    
```

5. Zusammenfassung

Der Mensch war schon immer das Faszinierendste auf dieser Erde. Man versucht schon seit langem in Form von Robotern den menschlichen Organismus nachzubauen. Genauso interessant ist die künstliche Nachahmung der unserer Stimme. Schon seit dem 17. Jahrhundert - angefangen mit mechanischen Modellen - versucht man, unsere Stimmorgane nachzubauen. Durch die Verwendung von Hochintegrierten Schaltungen hat man auch in diesem Gebiet rasante Fortschritte gemacht.

Dies ist auch das Thema, mit dem ich mich seit etwa zwei Jahren schon beschäftige. Angefangen mit einfachen, monotonen Spracherzeugern stelle ich im Workshop-Wettbewerb ein System mit einem hochwertigeren Sprachsynthesizer vor, der bereits Lieder vorsingen kann.

Wenn ich von System spreche, ist damit immer das Sprachausgabegerät in Verbindung mit einem Mikrocomputer gemeint, den ich ebenfalls speziell für dieses Projekt entwickelt habe. Der Mikrocomputer besteht aus einem 8-bit Rechner, den ich über ein kleines Tastenfeld steuern kann. Er übernimmt die Ansteuerung des Sprachgerätes und dessen Initialisierung.

Damit ein Text auf dem Gerät als Sprache ausgegeben werden kann, muss ich ihn vorerst auf dem PC in Form von Phonemen (also jeder auszusprechende Laut) eingeben. Zu jedem Phonem werden noch entsprechende Parameter verlangt, die dann eine natürliche Artikulation der Sprache bewirken.

Den Text kann ich jederzeit über ein Ausgabegerät, das am PC angeschlossen ist, mir anhören, und danach verbessern. Die Sprachdaten werden anschliessend in einem Festwertspeicher abgelegt und können über Tastendruck auf dem Mikrocomputer abgerufen werden.

Obwohl dies ein einfaches Grundsystem darstellt, das noch sehr umständlich zu bedienen ist, habe ich das mir Vorgenommene erreicht. Als Ziel gilt es, das System zu verfeinern, es in einigen Anwendungsgebieten einzusetzen und so seine Brauchbarkeit zu testen.

6. Allgemeine Hinweise

6.1 Literaturliste

Mikrocomputer-Technik praxisnah
Benda
Franzis-Verlag, München

Mikroprozessor Interface Techniken
Rodnay Zaks, Austin Lesea
Sybex-Verlag, Düsseldorf

Einführung in die Mikrocomputer-Technik
Dieter Hannemann
Girardet-Verlag, Essen

Sprechen mit dem Mikro
Häder, Götzlaff
Vogel-Buchverlag, Würzburg

SSI 263A Speech Synthesizer Data Sheet
Silicon Systems

6.2 Weitere Unterlagen zu meinem Projekt

Sämtliche Entwicklungsunterlagen, Layouts, Schaltpläne können zur Ueberprüfung und Ansicht bei mir bezogen werden. Layouts und Schaltpläne sind im Massstab 2:1 vorhanden. Die meisten Entwürfe sind nur auf Notizpapier vorhanden (etwa 100 Seiten A4).

6.3 Lieferfirmen der Bauteile

Distrelec AG
Grabenstrasse
8606 Nänikon

Alfred Mattern AG
Seilergraben 53
8025 Zürich 1

Hobbytronic AG
Emmentalstrasse 49
3414 Oberburg

Laser- & Electronic-Equipment
Eierbrechtstrasse 47
8053 Zürich

- Simons Electronic
Meisenweg 4
D-5012 Bedburg

- Dr. Otto Soskuty
Reisstrasse 16
D- 6200 Wiesbaden

7. Präsentation

Zur Präsentation meines Projektes benötige ich folgende Hilfsmittel :

1. 220 V - Anschluss (Stecker)
2. Hellraumprojektor
3. Verstärkeranlage mit Boxen. Audio-Kabel zum Eingang des Verstärkers (Norm: Din 5 pol. sonst Cinch wenn nicht anders möglich)

Wenn möglich, sollte ich vor der Präsentation die Möglichkeit haben, die Verstärkeranlage mit meinem System zu testen. Dies wäre gut, um allfällige Verzögerungen zu vermeiden.

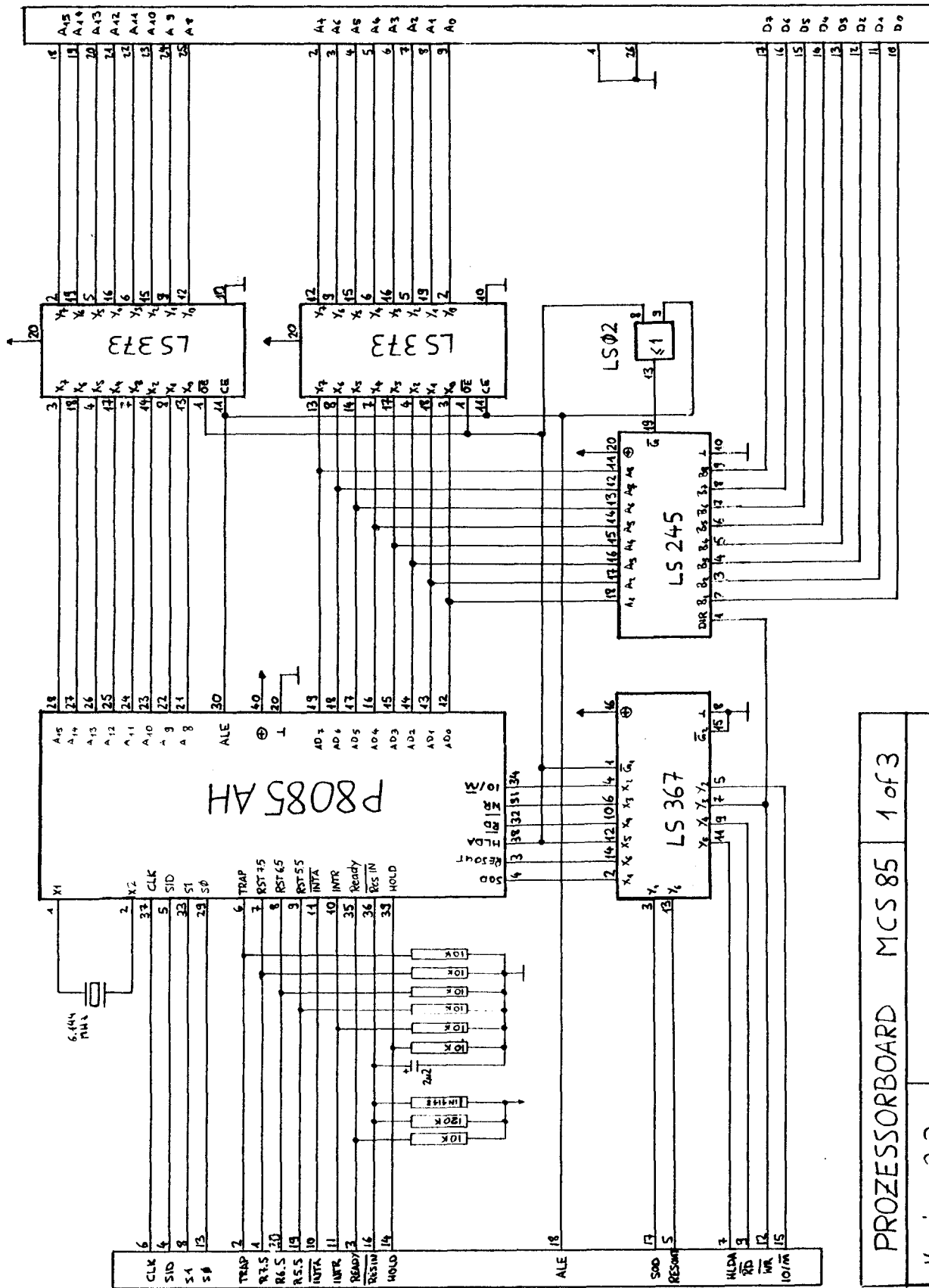
Schlusswort

Ich versuchte diesen Bericht einfach und doch möglichst vollständig zu schreiben. Ich konnte aber nicht vermeiden, fachspezifische Ausdrücke zu brauchen und technische Details zu beschreiben. Jemand, der nichts von Computertechnik versteht, wird darum nur mit einiger Mühe die ganze Dokumentation verstehen können. Aber ich hoffe, dass Sie mitbekommen haben, was ich realisiert habe.

Vollständigkeitshalber lege ich im Anhang noch sämtliche Schaltpläne(1:2) und Programmlistigs bei.

Mit freundlichen Grüssen

Reto Stöckli

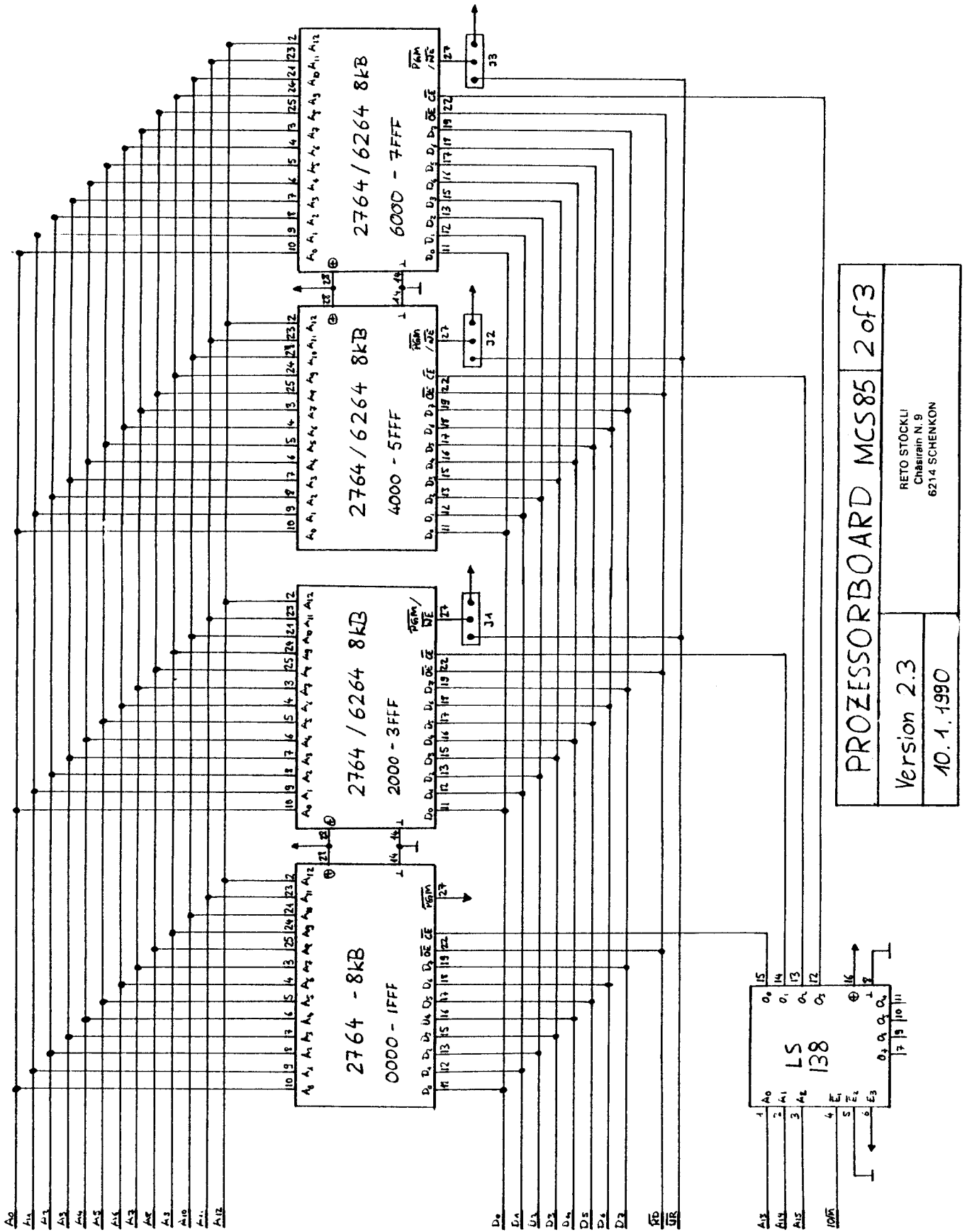


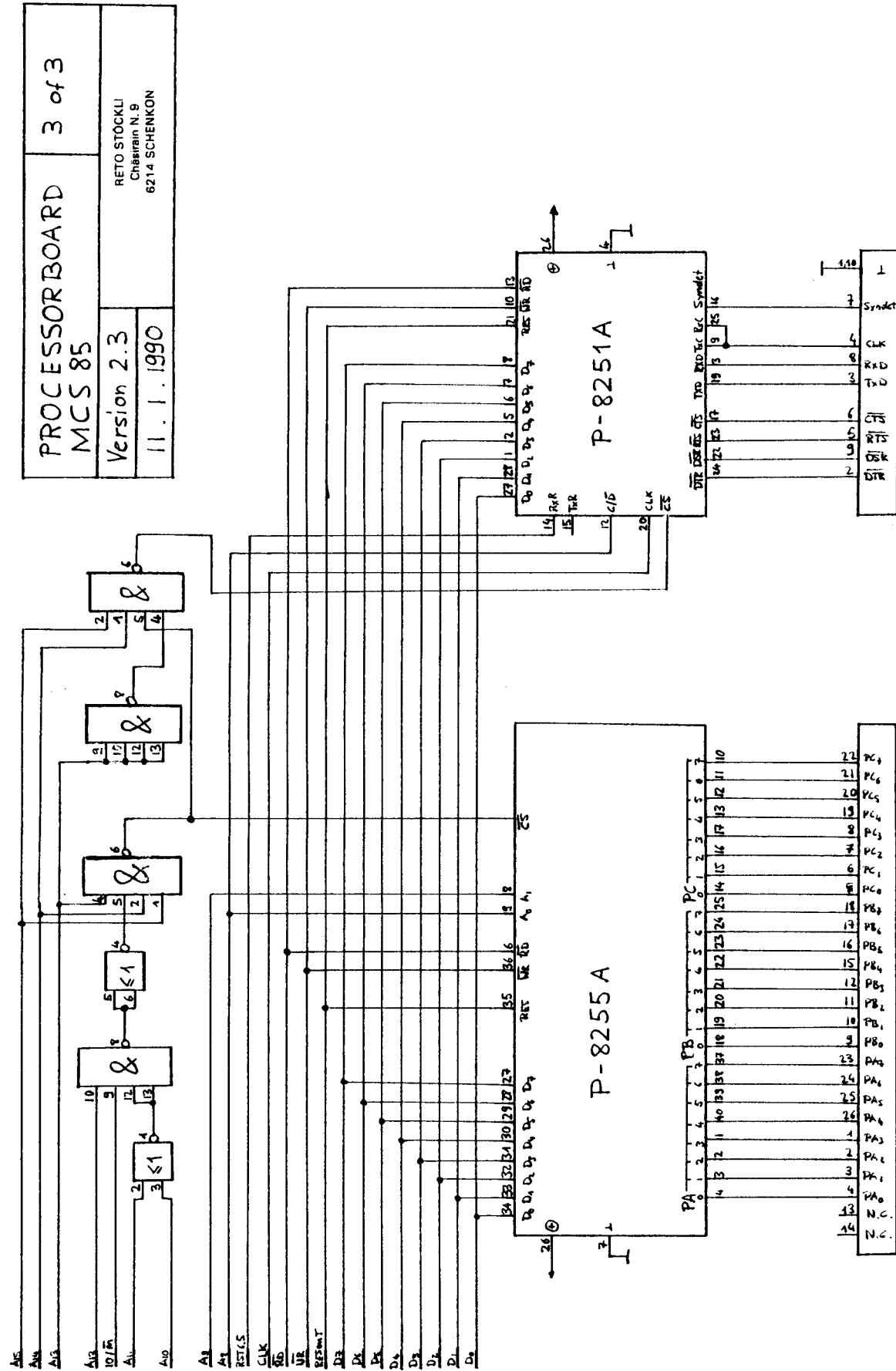
PROZESSORBOARD MCS 85 1 of 3

Version 2.3

10.1.1991

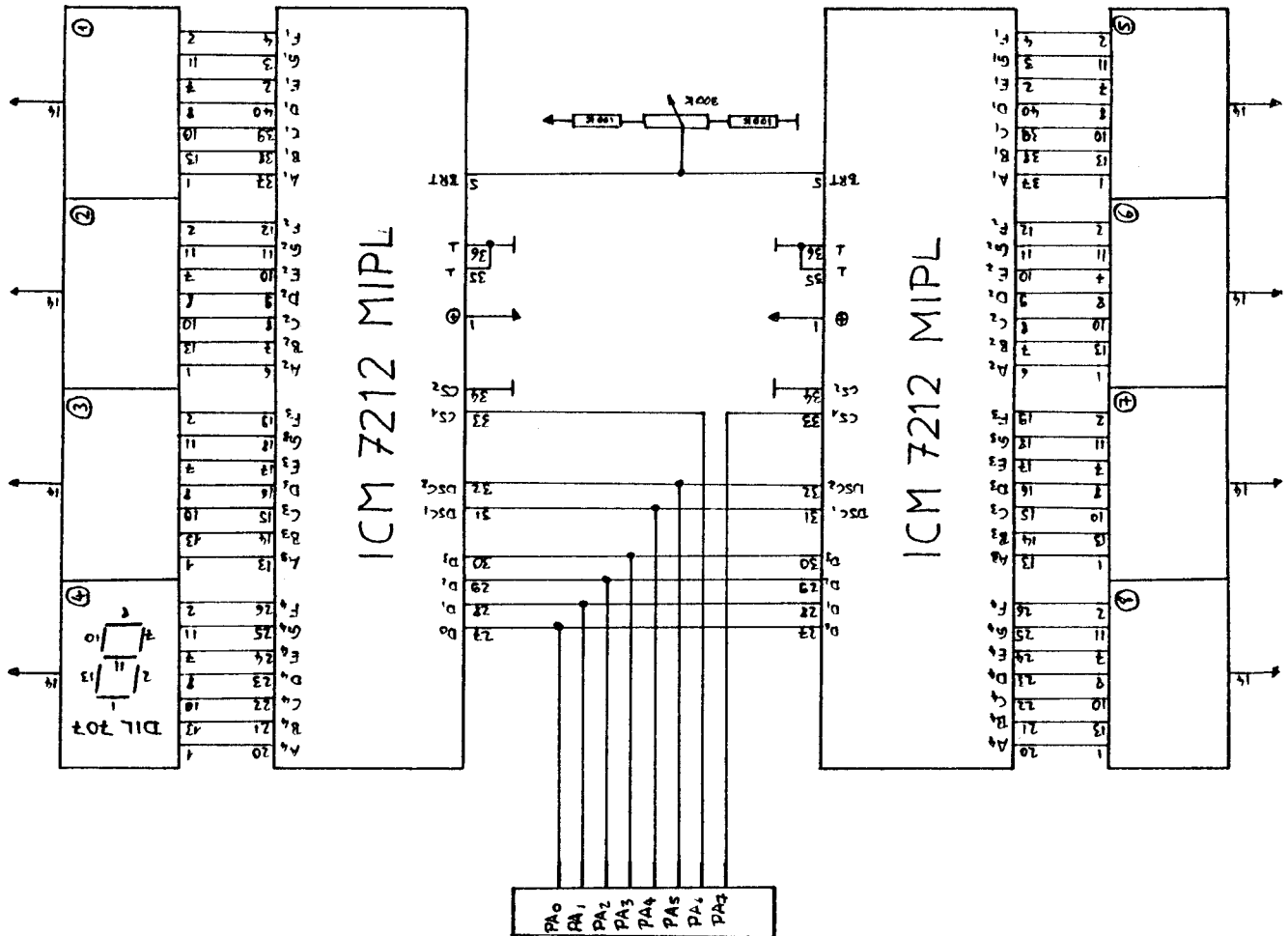
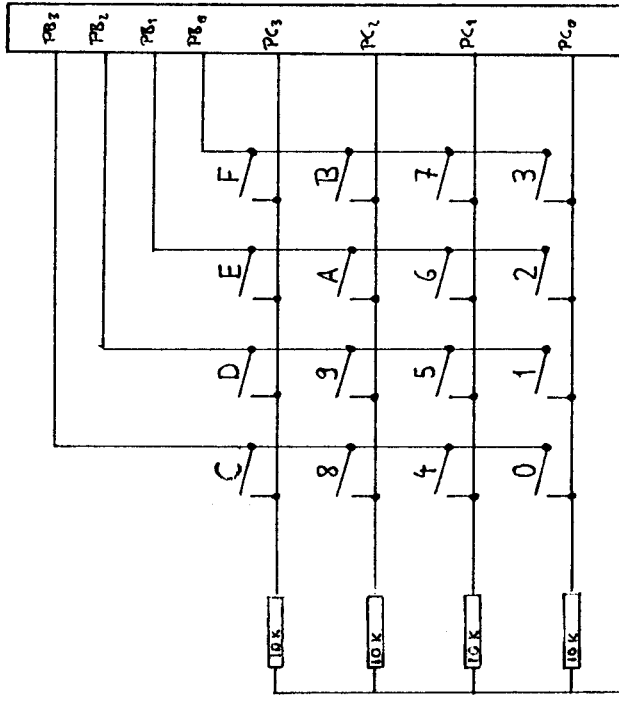
RETO STÖCKLI
Chairman N. 9
n:214 SCHENKON

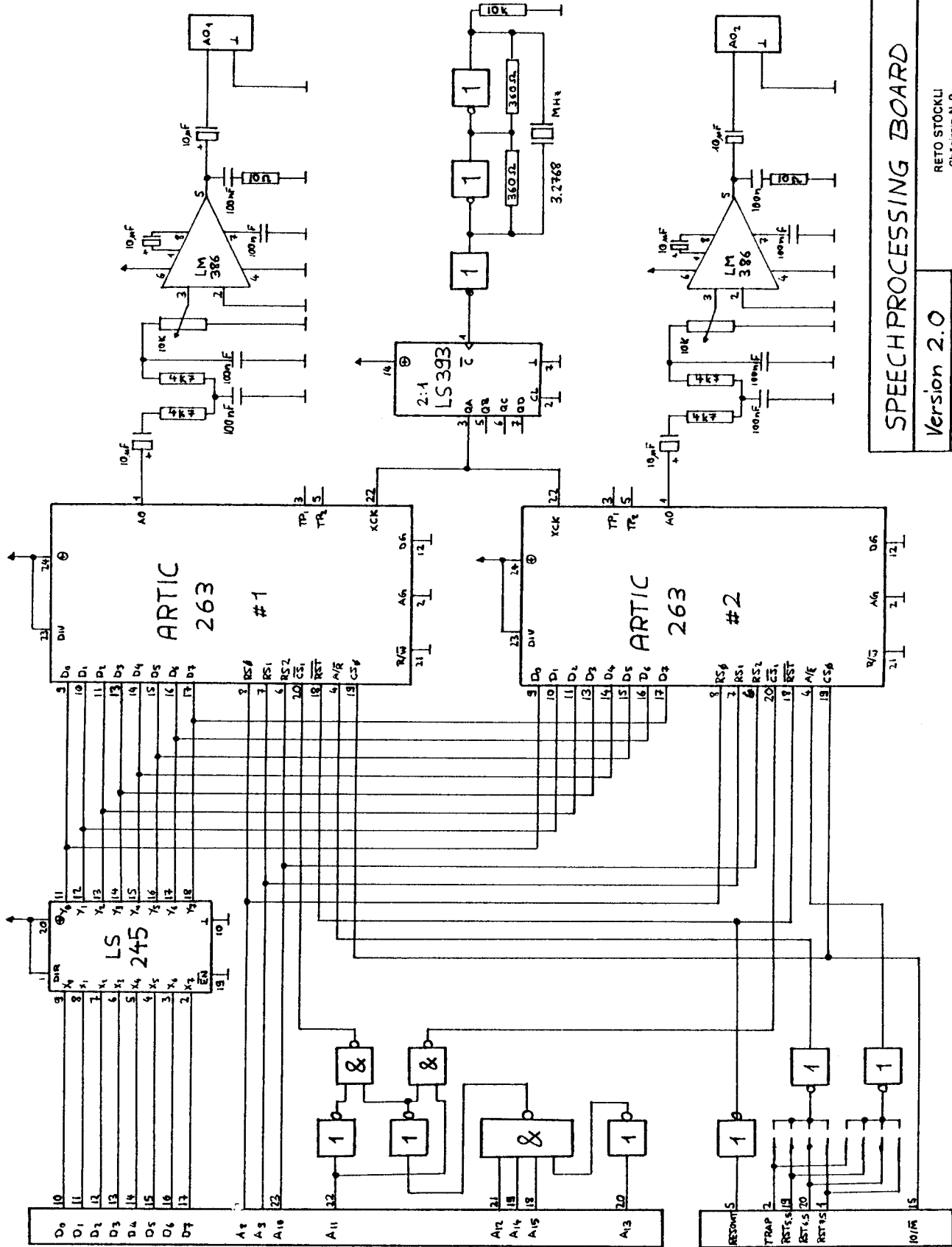




DISPLAY / KEYBOARD
 Revision for MCS 85 Version 2.3
 Version 1.2
 A.1: 6.2.1989
 A.2: 11.1.1990

RETO STÖCKLI
 Chairman N.9
 6214 SCHENKON





SPEECH PROCESSING BOARD

Version 2.0
12.1.1990

RETO STÖCKLI
Châleirain N. 9
6214 SCHENKON

8085 Assembler listings follow here...