

GERADOR DE RETARDO BASEADO EM MICROCONTROLADOR PARA AVALIAÇÃO
DO APARELHO FONO-AUDITIVO

por

R.C.S. FREIRE¹, L.F. DIAS DA SILVA², e G.S. DEEP³

RESUMO -- O estudo do aparelho fono-auditivo e de seus mo
delos pode ser facilitado com o uso de um instrumento que
retarde os sinais de áudio produzidos pelo aparelho fona
dor. Este instrumento foi construído a partir de um mi
crocontrolador do tipo MC68HC11.

INTRODUÇÃO

Na produção da voz humana pelo aparelho fonador existe um pro
cesso de regulação automática, que controla a intensidade da voz,
envolvendo uma realimentação fisiológica do sinal sonoro através
do aparelho auditivo e do sistema nervoso. Observa-se uma tendên
cia a aumentar-se a intensidade da voz em ambientes muito ruidos
os e a diminuir-se em ambientes silenciosos. Observa-se ainda
que as pessoas com certas deficiências do aparelho auditivo falam
mais alto, donde se conclue que existe uma correlação entre defi
ciência do aparelho auditivo e intensidade de voz.

Nota-se também que a citada regulação não se manifesta quando
o ruído ambiental sofre variação abrupta de duração relativamen
te pequena. Isto implica numa hipótese de presença de uma ação
de filtro passa baixas na malha de regulação com realimentação.

As condições físicas (distância entre a boca e o ouvido e ve
locidade do som no ar) impõem um retardo entre a produção de voz
pelo aparelho fonador e sua detecção pelo aparelho auditivo. Este
retardo deve ser pequeno para que a regulação possa ser feita de
maneira satisfatória.

É importante assinalar, que a regulação não é necessária para
uma fala coordenada, pois as pessoas com surdez adquirida ou com
agudo grau de deficiência auditiva conseguem falar bem. Entretan
to, conjectura-se intuitivamente que para uma determinada faixa
de retardo temporal introduzido entre a produção da voz por um lo
cutor e sua recepção pelo aparelho auditivo, o rítmo e a coordena
ção da fala podem ser perturbados. A determinação dessa faixa po
de subsidiar o desenvolvimento de novos modelos e aperfeiçoamento
dos modelos já existentes para o sistema fono-auditivo.

Neste trabalho apresenta-se o desenvolvimento de um instrumen
to compacto, versátil e de fácil manuseio para geração de retardo

¹ Pesquisador CNPq, DEE, Universidade Federal da Paraíba
Caixa Postal, 10004, Campina Grande-PB.

² Aluno de Graduação, DEE/UFPb.

³ Professor de Engenharia Elétrica, DEE/UFPb

temporal ajustável para possibilitar estudos do comportamento do sistema fono-auditivo. O instrumento proposto é baseado num microcontrolador do tipo MC68HC11.

A seguir é dada uma breve descrição das características do microcontrolador MC68HC11, configuração do instrumento proposto e detalhes de seu funcionamento.

O MICROCONTROLADOR MC68HC11

O microcontrolador mono-chip MC68HC11 dispõe de um processador de 8 bits, um conversor A/D de 8 bits com 8 canais multiplexados e tempo de conversão de aproximadamente 16 microsegundos por canal, um contador temporizador de 16 bits, uma porta paralela, uma interface para comunicação assíncrona, uma interface para comunicação síncrona com os periféricos, circuitos para interrupção em tempo real, além de 256 bytes de RAM e 512 bytes de EEPROM. O conjunto de instruções deste microcontrolador é bem mais poderoso do que o do microprocessador 6800. A frequência do clock básico da CPU é de 2MHz (Motorola, 1988)

CONFIGURAÇÃO DO INSTRUMENTO PROPOSTO E SEU FUNCIONAMENTO

A figura 1 mostra o diagrama de blocos do instrumento desenvolvido para estudos do sistema fono-auditivo e mais especificamente estudos do efeito da introdução de um retardo variável como mencionado anteriormente. O retardo temporal no sinal de áudio pode ser feito com circuitos analógicos baseados em dispositivo BBD (Radio Electronis, 1977). Estes circuitos permitem ajuste no valor do retardo temporal, mas o circuito completo pode tornar-se relativamente complexo.

Na presente implementação, optou-se pela técnica digital (Sheingold, 1986), usando o microcontrolador MC68HC11 para gerar o retardo. O sinal de áudio no saída do condicionador de sinal (figura 1.a) é convertido para a forma digital e, após ser retardado, ele é reconvertido para a forma analógica, amplificado e colocado no fone de ouvido.

O esquema em blocos do sistema com gerador digital de retardo é mostrado na figura 1.b. O limitador é usado para restringir os picos do sinal entre 0 e 5V. O filtro passa-baixas limita o espectro do sinal de entrada a 3,5 KHz. O filtro passa-baixas na saída do conversor D/A reduz as transições rápidas provocadas pelo chaveamento no conversor D/A.

A taxa de amostragem do sinal, escolhida por programação no microcontrolador MC68HC11, é de 15625 Hz. O resultado da conversão é colocado numa memória RAM estática de 8K bytes, externa ao MC68HC11. A programação do retardo é efetivada através de uma chave "thumbwheel" binária de 8 bits, ligada na porta paralela C do MC68HC11. Estes oito "bits" determinam os "bits" mais significativos da palavra de 13 "bits", com os 5 "bits" menos significativos iguais à "0" usada para definir o retardo.

O princípio usado na geração do retardo é de armazenar o sinal de áudio digitalizado na memória RAM de 8K, mapeada entre \$6000 e \$7FFF e iniciar sua leitura após um intervalo ajustável entre 64 μ s e 524 ms, na base de "FIFO". O atraso pode ser aumentado usando uma memória RAM de capacidade maior.

O fluxograma de operação, do gerador de retardo é mostrado na

figura 2 e dispensa maiores comentários. O conversor D/A de 8 bits, tipo AD7523, é ligado à porta B do MC68HC11, como mostrado na figura 1.b.

RESULTADOS EXPERIMENTAIS

O arranjo experimental com os detalhes do circuito utilizado na realização dos estudos é mostrado na figura 3.

Com a finalidade de avaliação do efeito do citado retardo temporal na descoordenação da locução de um sujeito sob teste, conduziu-se experimentos da seguinte forma:

Um texto é dado para que o sujeito leia. A sua voz é retardada e colocada em seus ouvidos através do fone de ouvido. Observa-se a reação do sujeito sob teste em função do valor do retardo.

Nos testes preliminares observou-se uma variedade de reações, tais como: alteração na intensidade de voz, introdução de longas pausas durante a leitura e, num maior número de casos uma tendência à gaguejar. Nestes testes foi observado qualitativamente o efeito da intensidade sonora nas reações citadas.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Com a finalidade de conduzir os experimentos para avaliação do sistema fono-auditivo, projetou-se um gerador de retardo temporal para a voz humana. O uso do microcontrolador MC68HC11 torna a configuração bastante versátil e compacta. Os efeitos do retardo na realimentação da voz no sistema fono-auditivo pode ser causados por fatores psicológicos, ou estruturais do sistema nervoso ou ambos. Este tipo de estudo deve implicar num grande número de experimentos e espera-se que a simplicidade operacional deste instrumento contribua nesse estudo.

Uma aplicação simples deste instrumento pode ser de detecção de surdez simulada, isto é, um sujeito com audição mais ou menos normal se faz passar por surdo. Através deste instrumento é possível observar as variações na locução do sujeito em função do retardo se ele não é surdo. No caso do sujeito ser surdo não se verifica nenhuma alteração na sua locução por causa do retardo.

Em testes mais apurados: pode-se verificar a variação do espectro da voz em função do retardo. Além disso, há possibilidade de estudar a resposta evocada através da análise do EEG, em função do citado retardo. Pretende-se aprofundar estes estudos futuramente.

Finalmente este gerador de retardo pode ser empregado na implementação de simuladores digitais em tempo real dos sistemas físicos, incluindo os dos sistemas físicos biológicos (e.g. modelos de dois compartimentos (Yues, 1984) bem como na implementação de um filtro pente.

AGRADECIMENTOS

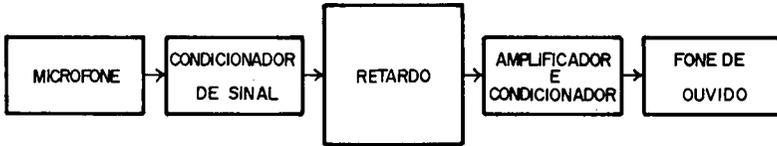
Os autores desejam expressar os seus agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pela concessão de bolsas de pesquisa a dois dos autores e aos colegas do Laboratório de Instrumentação Eletrônica pela colaboração nos testes deste trabalho.

REFERÊNCIAS

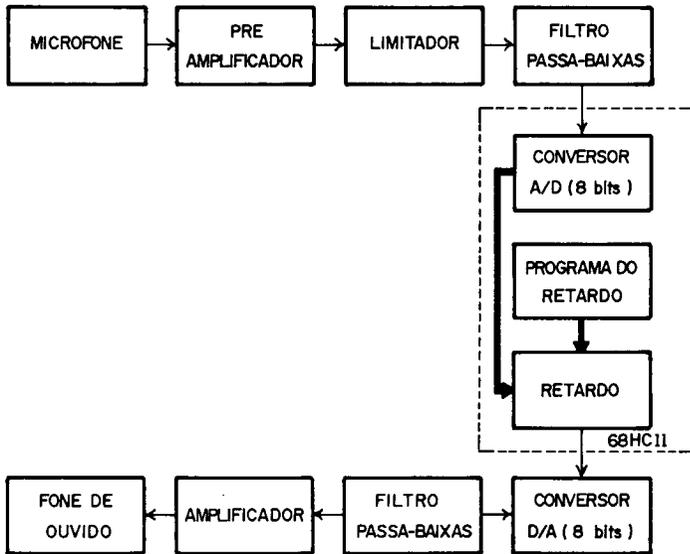
- MOTOROLA (1988), MC68HC11 HCMOS Single-Chip Microcontroller, Motorola Semiconductor, Phoenix, USA.
- RADIO ELECTRONICS (1977), IC application of the month, Radio Electronics, pp. 58-66.
- SHEINGOLD, D.H. (1986), Analog-Digital Conversion Handbook, 3^o Edition, Prentice Hall, Englewood cliffs.
- YUES, P., BOSQUET LÉON (1984), "Time-delay for two-Compartment Models Used for Study of Enterohepatic circulation of Drugs". IEEE Transactions on Biomedical Engg., Vol. BME-31, No.6, pp. 469-477.

A MICROCOMPUTER-BASED DELAY GENERATOR FOR EVALUATION OF PHONO-AUDITORY APPARATUS

A digital time-delay generator based on microcontroller for audio signal produced in the human vocal tract, is described. This system should greatly facilitate the study of some aspects of the human phono-auditory system like development of new and improvement of existing models of this system.



(a)



(b)

Figura 1. a: - Diagrama de blocos do gerador de retardo

b: - Diagrama de blocos do instrumento desenvolvido para gerar retardo ente os sons produzidos no aparelho fonador e os recibos no aparelho auditivo.

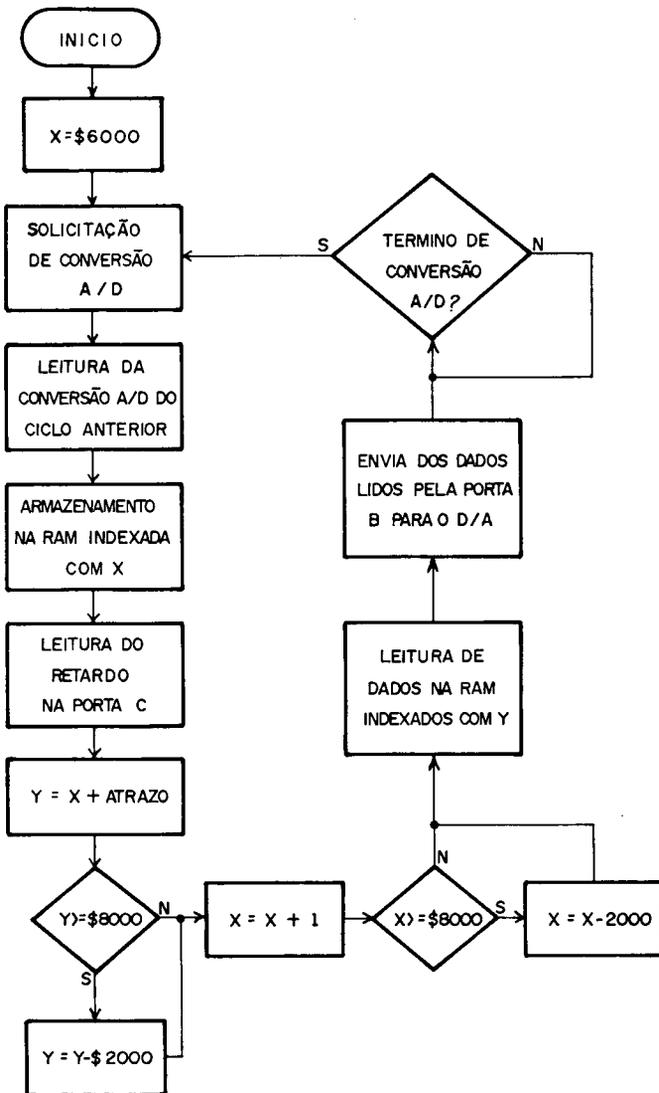


Figura 2. Fluxograma do programa para gerar o atraso no sinal de voz .

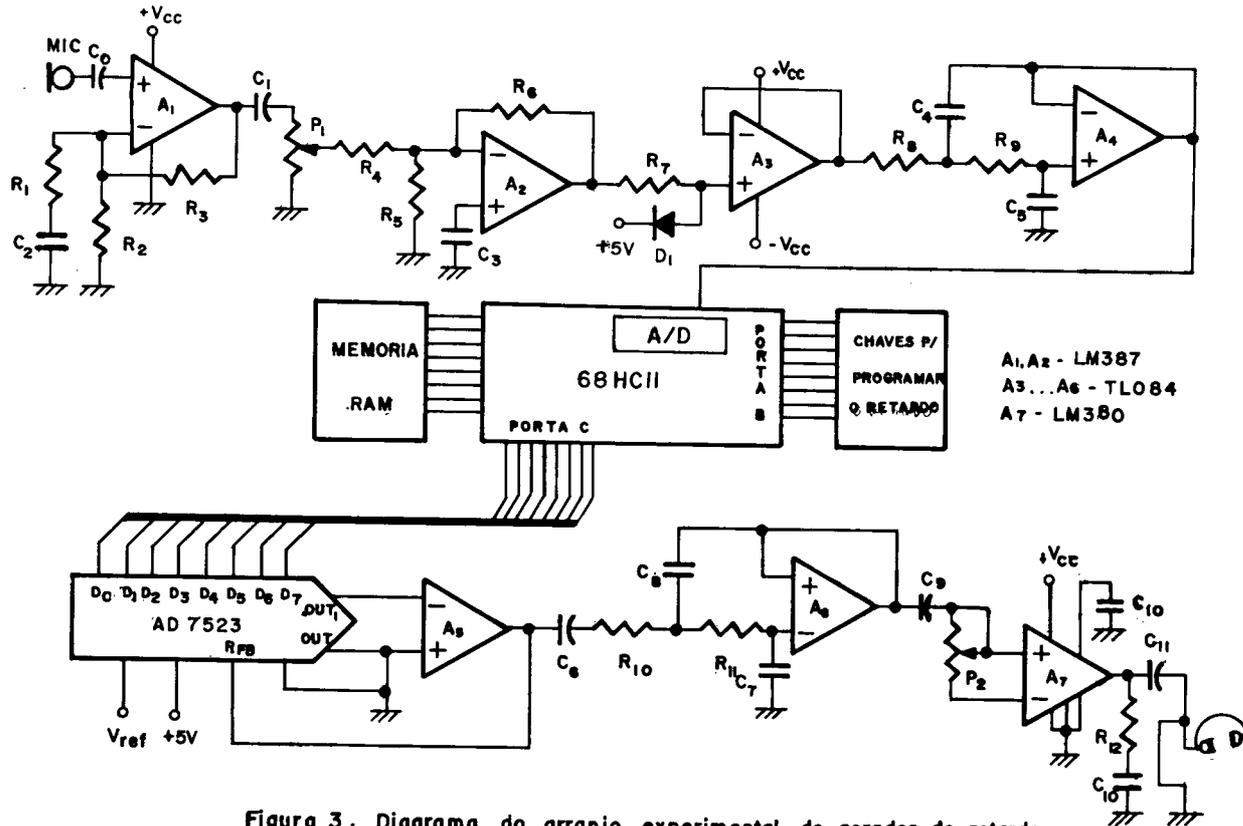


Figura 3. Diagrama do arranjo experimental do gerador de retardo