

## GUIA DE UPGRADE

Revisão 1.1

# 1. Introdução

O Toshiba HX-MU900 é um cartucho sintetizador FM para o sistema MSX, baseado no chip Y8950, mas cujo objetivo não incluía a possibilidade de ser utilizado como um MSX-Audio padrão. Seu objetivo era transformar seu computador MSX em uma estação de edição de música, sendo utilizado em conjunto com o seu teclado musical HX-MU901. À primeira vista pode parecer que nenhum esforço foi feito para que este cartucho fosse nada além daquilo para o qual ele foi vendido (certamente por causa da decisão de algum cara míope do depto. de marketing), depois que se abre e se investiga o cartucho com mais detalhes, se obtém uma perspectiva totalmente diferente: alguém no departamento de engenharia deixou em aberto uma vasta possibilidade de expansões e um rastro do que era seu projeto original antes de ser mutilado pelo departamento de marketing.

Esteticamente falando, o cartucho em si é o mais bonito dos três baseados no Y8950 existentes para o sistema MSX, tendo o tamanho de uma mega-ram DDX. Como comparação, o **Panasonic FS-CA1 MSX-Audio** é um monstro desajeitado que só encaixa direito no MSX2 Panasonic FS-A1 para o qual foi projetado. Slots de vários MSX não conseguem recebê-lo. Depois veio o **Philips NMS-1205 Music Module**. Não me entenda errado, também gosto deste cartucho e é um excelente produto, mas sejamos sinceros: também é um cartucho grande demais para uso no dia-a-dia.

Cartucho	Área (*1)	SampleRAM	BIOS	Qualidade do Som	Extras	Preço
FS-CA1	999x	32KB	MSX-Audio: 24KB ROM, 4KB SRAM p/ área de trabalho)	Muito bom	<ul style="list-style-type: none"><li>Conector externo para teclado musical</li><li>Editor musical interno de 32KB</li><li>ROM de 64KB contendo samples de demonstração</li></ul>	Muito caro
NMS-1205	4x	32KB (*2)	Não (*3)	Bom	<ul style="list-style-type: none"><li>Interface MIDI proprietária</li><li>Conector externo proprietário para teclado musical</li><li>Editor musical interno de 32KB</li></ul>	Caro
HX-MU900	2x	Não	Não	Excelente	<ul style="list-style-type: none"><li>Conector externo para teclado musical</li><li>Editor musical interno de 32KB</li></ul>	Acessível
SW-M004 (ou FM-PAC)	1.5x	Não	Chunchado para o YM2413	Muito bom	<ul style="list-style-type: none"><li>4KB de SRAM proprietária para savegames</li><li>Demonstração musical interna</li></ul>	Acessível

\*1: Área relativa a um cartucho MSX padrão

\*2: Vá à página do MSXPro para obter documentação sobre como escandi-la para 256KB

\*3: Pode ser alterado com um upgrade simples: [http://www.msxpro.com/mm\\_upgrade.html](http://www.msxpro.com/mm_upgrade.html)

Comparando os cartuchos de som disponíveis no Japão naquela época, pode-se rapidamente compreender porque os consumidores preferiram o despadronizado FM-PAC da Panasonic. Também é fácil perceber que o Toshiba HX-MU900 era o único dos cartuchos que poderia ter tido qualquer chance contra o Panasonic SW-M004 (FM-PAC), mas somente se contivesse o BIOS do MSX-Audio.

## 1.1. Especificações Originais

Atende ao padrão MSX-Audio	Não: falta o BIOS e a SampleRAM
Chip de Som	Y8950, ou chip MSX-Audio (YM3526+ADPCM)
Sample RAM	Não
ROM	Synthe Music System, 32KB
SRAM	Não
Conexões de Áudio	Saída mono dupla
Conector de Keyboard musical	Padrão, conforme descrito no datasheet do Y8950

## 1.2. Upgrades disponíveis neste documento

- SampleRAM de 256KB
- BIOS do MSX-Audio
- Conector de entrada de Áudio (\*veja o status na respectiva página)

## 1.3. Especificações depois de todos os upgrades

Atende ao padrão MSX-Audio	Sim
Chip de Som	Y8950, ou chip MSX-Audio (YM3526+ADPCM)
Sample RAM	256KB
ROM	BIOS do MSX-Audio, com 24KB
SRAM	4KB (Área de trabalho do BIOS do MSX-Audio)
Conexões de Áudio	Saída Mono, entrada mono
Conector de Keyboard musical	Padrão, conforme descrito no datasheet do Y8950

## 2. General Notes

#####  
ATENÇÃO

Faça este upgrade por sua própria conta e risco. Considere-se avisado que esta modificação não é oficial e pode danificar seu cartucho e todo o seu equipamento, incluindo seu equipamento de TV.

#####

Ao abrir seu HX-MU900, tenha cuidado com a excelente blindagem interna. Não toque nela com as mãos nuas, caso contrário a mesma enferrujará por causa do seu suor. Se você utilizar habilmente as próprias capas plásticas do cartucho, não precisará tocar na blindagem em momento algum.

Não utilize sua EPROM original. Guarde-a e compre uma nova 27C256, para a improvável hipótese de você não gostar do BIOS e optar por desfazer tudo.

### 3. Primeiro upgrade: SampleRAM de 256KB

Status: Completo, funciona como esperado.

Dificuldade: Fácil (\*1)

Quantidade de trabalho: Médio

Habilidades de soldagem requeridas: básico+

\*1: Tão fácil quanto o upgrade da SampleRAM do Philips NMS-8205 Music Module para 256KB.

Componentes necessários:

- Um pente SIMM de 30 pinos que contenha 2 ou 3 CIs, com 256 a 4MB de RAM. Apenas 256KB serão utilizados pelo Y8950 de qualquer maneira. Você até pode utilizar pentes que contenham 8 a 9 CIs, mas não recomendo de maneira alguma. Você entenderá o porquê adiante.
- Um soquete rebaixado (horizontal) para pentes SIMM de 30 pinos. Você pode obter um em várias placas-mãe de PC e em algumas placas de som wavetable. Eu retirei os meus de uma Turtebeach Maui pifada. A SoundBlaster-32 também possui esse tipo de soquete.
- Wire-ups para fazer as conexões necessárias.

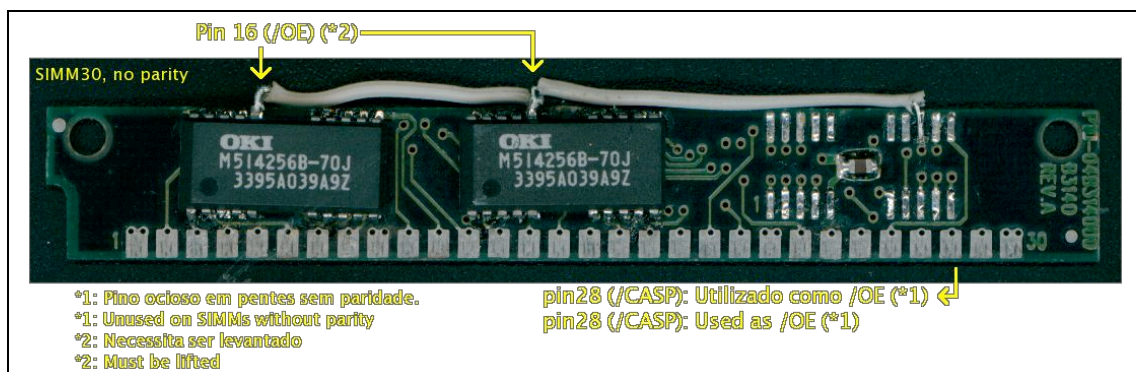
#### 3.1. Preparação do pente SIMM30

Todos os módulos SIMM possuem os pinos /OE aterrados. Entretanto o Y8950 requer este sinal para controlar a RAM. Portanto será necessário fazer uma pequena modificação no pente SIMM para reabilitar este sinal indispensável e permitir ao Y8950 acessá-lo.

Basicamente, tudo que você precisa fazer é levantar os pinos /OE de ambos os chips da esquerda e do centro, então conectá-los ao pino /CAS do 3º chip (que pode até não estar presente, como no meu).

É por isso que não recomendo o uso de pentes contendo 8 a 9 chips: vai consumir uma grande quantidade de trabalho para levantar os pinos de todos os OITO /OEs, e neste caso os pinos estarão bastante inacessíveis.

Um pente SIMM30 de 3 chips provavelmente terá duas RAMs 44256, 514256 ou similar. Estes chips são dispostos de forma que é bem fácil trabalhar neles e a pinagem é a mesma das RAMs 44256 utilizadas na RAM principal de vários MSX, com a diferença de apenas usar um encapsulamento menor. Vários pentes SIMM30 de 3 chips utilizam o 71C4400, que também segue esta mesma pinagem. De qualquer maneira não arrisque: vá ao site <http://www.alldatasheet.com> e obtenha o datasheet dos chips existentes no seu pente.



Utilize a foto acima como referência e proceda os passos listados abaixo. Lembre-se que seu pente pode ter chips e layout diferente do meu, então utilize esta foto apenas para visualizar como as coisas ficarão.

1. Levante os pinos /OE dos chips da esquerda do centro. Isso pode ser feito facilmente passando-se um estilete entre o terminal do chip (que tem formato de "U") e placa do pente. Uma vez solto, basta puxar a terminal para fora usando uma agulha reforçada.

2. Solde um fio conectando ambos os pinos /OE e então outro que conecte-os ao /CAS do 3º chip. Se você não encontrou o datasheet do 3º chip, não tem problema: é fácil descobrir qual o pino /CAS utilizando o multímetro no teste de continuidade (aquele que bipa quando há interconexão), bastando colocar um dos testadores no pino-28 do pente e percorrer os pinos do 3º chip até bipar. Se o seu módulo não tem um 3º chip nem as respectivas ilhas reservadas a ele que permitam ligar seu fio /OE, apenas solde-o diretamente ao pino-28 do pente, cuidando para utilizar pouca solda – caso contrário o pente não encaixará mais no soquete.
3. Teste se ambos os sinais /OE ficaram com uma boa conexão ao pino-28 do pente.

Recorte de 2,5cm de largura feito com uma lima chata

Foto 1

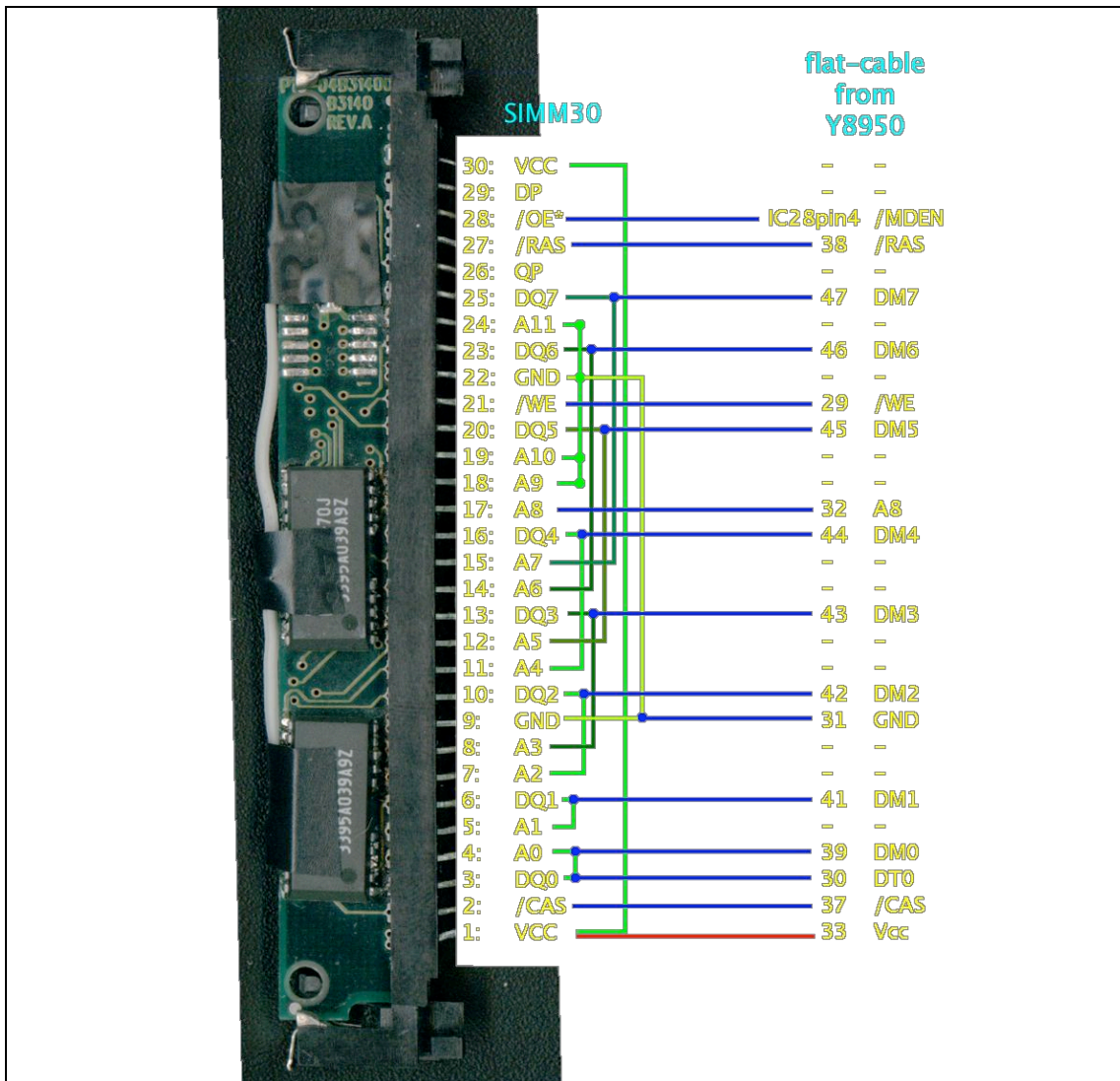
4. Com o lado dos componentes da placa virado para você, cuidadosamente faça um recorte de 2,5cm x 3mm no topo da placa para que o cabo flat possa passar de um lado para o outro. Cuide para que a poeira metálica não acumule nem vá sobre os componentes. Um boa idéia para isso é proteger o resto da placa envolvendo-a com jornal e fita crepe. Há espaço suficiente para fazer este recorte, mas fique atento para não avançar sobre as trilhas do chip RB1 que estão do lado superior da placa.
5. Limpe tudo muito bem, certificando-se de que não restou poeira metálica alguma antes de proceder os próximos passos.
6. Prepare o cabo flat (o meu era um cabo IDE) de aproximadamente 20 cm de comprimento com 16 ou 17 vias, dependendo se você pretende fazer futuras experiências com o sinal /ROM-CS. Se não pretende brincar com ele, 16 vias serão suficientes.
7. Solde um fio conectando o pino-36 (MDEN) do IC1 (Y8950) ao pino-3 do IC8. Na foto acima este fio, que encontra-se sob o cabo flat, está representado em roxo.
8. Solde o resistor de 10K Ohms conectando os pinos 4 e 14 do IC8.
9. Se seu cabo flat tem 16 vias, solde o quinto fio do seu flatcable ao pino-4 do IC8. Se seu cabo tem 17 vias, será o sexto fio então, pois o /ROM-CS encontra-se antes dele. Este fio a partir de agora será seu sinal /MDEN e irei referenciá-lo por este nome.
10. Solde, conforme a foto, o cabo flat nos pinos do soquete do IC1 listados: 36 a 47

(respectivamente /MDEN, /CAS, /RAS, DM0-7) e aos pinos 29, 30 e 32 (respectivamente /WE, DT0 e A8).

11. Solde o fio vermelho do flat à ilha identificada como Vcc na foto.
12. Soldar o pino-35 (/ROM-CS) é opcional. Você deverá soldá-lo somente se, como eu, planeja tê-lo disponível para futuros testes com uma ROM de 256KB no futuro.

### 3.3. O soquete do pente SIMM30

O soquete exigirá um pouco mais de trabalho. Como o Y8950 usa o mesmo bus para endereços e dados, você precisará interconectar vários pinos do soquete conforme mostrado nas linhas verdes da foto abaixo e somente depois conecta-lo ao flatcable do Y8950 conforme mostrado nas linhas azuis e vermelha.



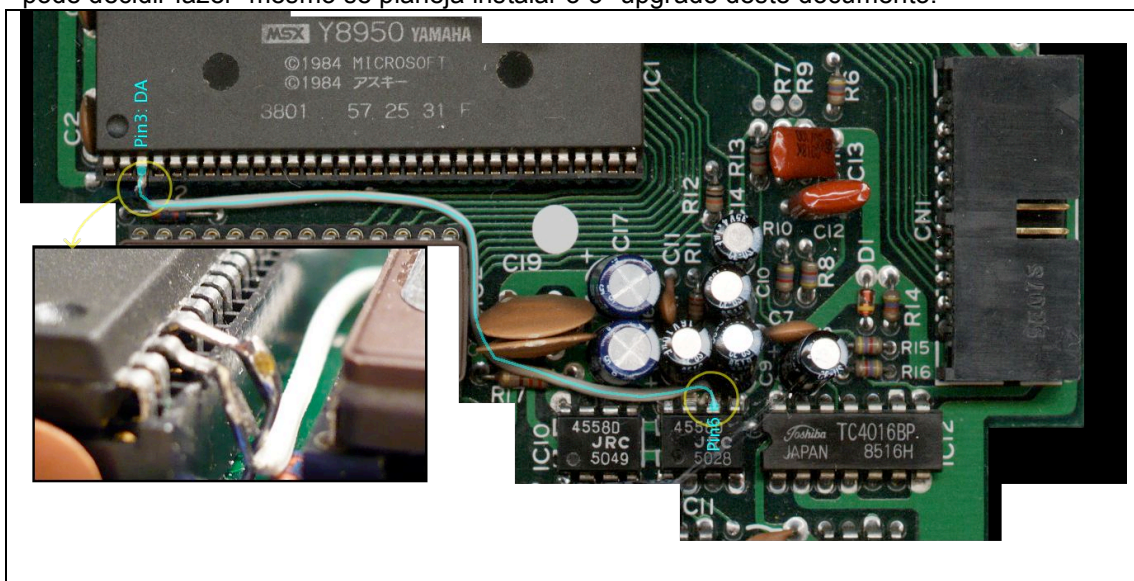
### 3.4. A entrada de Referência

Infelizmente, a Toshiba aterrou no soquete o pino-3 (DA), que é usado para a entrada de referência, de um modo que não é possível cortar facilmente as trilhas para liberá-lo. A única forma de cortar as trilhas seria dessoldar totalmente o soquete, retirá-lo, cortar as trilhas e ressoldá-lo novamente. Fazer isso é problemático e submeteria a placa a um grande stress desnecessário.

Por outro lado, o fato da Toshiba ter optado por instalar o raro soquete SPDIP-64 significa que há um jeito fácil de liberar o pino-3 para utilização: simplesmente remova o Y8950 do seu soquete e entorte cuidadosamente o pino-3 para fora, levantando-o, conforme



demonstra a foto abaixo. Note que na foto estão levantados tanto o pino-3 quanto o 4. Você pode decidir fazer mesmo se planeja instalar o 3º upgrade deste documento.



Agora há apenas uma conexão que precisa ser feita:

1. Solde um fio (destacado em ciano) conectando o pino-3 já levantado ao pino-6 do IC11.

Após terminar esta conexão, instale o pente SIMM no seu soquete e dispare o demo Unknown Reality para testar sua nova SampleRAM de 256KB.

## 4. Segundo upgrade: O BIOS do MSX-Audio

Status: Completo, funciona como esperado.

Dificuldade: Muito Fácil (\*1)

Quantidade de trabalho: Pouca

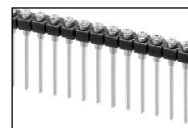
Habilidades de soldagem requeridas: Básica

\*1: Muito mais fácil que o upgrade de BIOS para o Philips NMS-8205 Music Module

Este upgrade foi minha surpresa mais agradável com este impressionante cartuchinho. A Toshiba deixou espaço para uma configuração dual-ROM, mas o fez de uma maneira tão flexível e bem projetada que fazer este upgrade tornou-se pouco mais do que alterar alguns jumpers e adicionar os chips faltantes. O resultado final, como você perceberá, é de uma qualidade tão boa que um observador desavisado provavelmente acreditará que é tudo original.

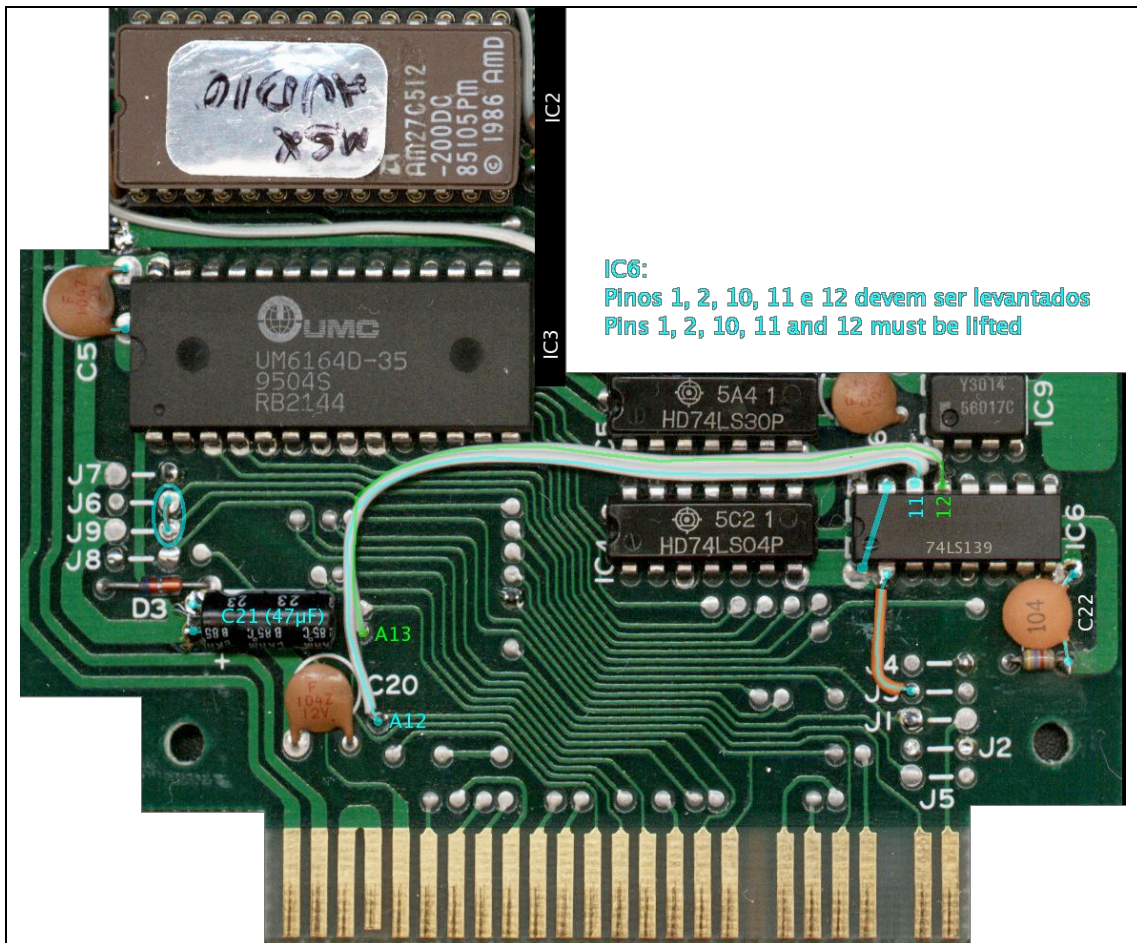
Componentes necessários:

- Uma 6164 (SRAM de 8KB), 7164 ou similar. Obtive a minha de uma placa de rede ISA. Caches de PC 386/486 também podem ser utilizados, mas você precisará encontrar por si mesmo uma maneira de fazê-la encaixar no espaço de pinagem mais largo reservado para o IC3. Uma idéia talvez seja levantar os pinos 1 a 16 do cache e conectá-los a um soquete SIP como o mostrado na foto à direita, dobrando os pinos do soquete em 90 graus. Certifique-se de que a pinagem do seu chip de cache é compatível com a 6164 comparando ambos os datasheets. Você perceberá que o pino-26 é o sinal CS<sub>2</sub> nas SRAMs de tamanho <= 8KB, mas nas SRAMs maiores é o sinal A13. Para a utilização requerida pelo BIOS do MSX-Audio, ambos os sinais podem ser considerados compatíveis. Para facilitar as coisas para você, eu já conferi alguns tipos mais comuns de caches de PC:
  - O MT5C6408 é o mesmo chip que o 6164 (SRAM de 8KB), mas com um encapsulamento mais estreito. Portanto pode ser utilizado.
  - 61256, 62256 e 7C256 podem ser utilizados. Eles são SRAMs de 32KB e tem pinagem compatível.



- MT5C6401, MT5C6404 e MT5C6405 não possuem pinagem compatível e portanto não podem ser utilizadas!
- Uma EPROM 27C256. Você a utilizará para gravar o novo BIOS do MSX-audio. Guarde a EPROM 27256 original em um lugar seguro para o caso de querer desfazer este upgrade (me pergunto o porque, uma vez que ter que pressionar ESC a cada boot para desabilitar o Synthe Music Editor é extremamente chato).
- Um chip 74LS139
- Um ou dois capacitores cerâmicos de 0.1µF
- Um capacitor eletrolítico de 47µF
- Wire-ups para fazer as conexões necessárias

#### 4.1. Lado superior da placa



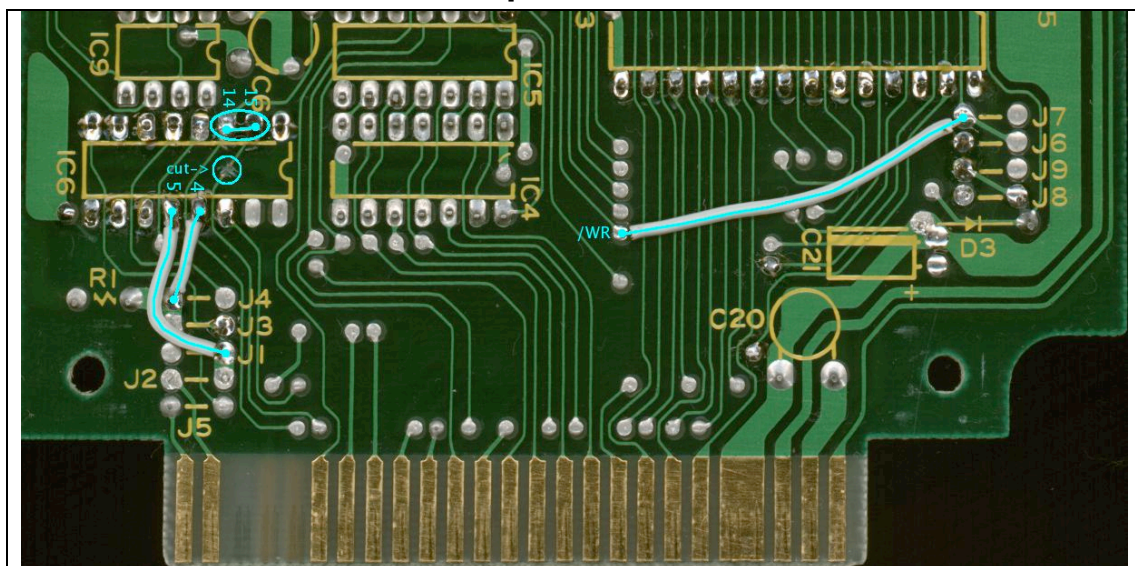
Siga a foto acima para os próximos passos. Você precisará resistir à tentação de utilizar soquetes para o IC6 e o IC3, caso contrário os chips ficarão muito altos e a capa plástica do cartucho não fechará mais.

1. Programe sua nova EPROM 27C256 com o BIOS do MSX-Audio, que pode ser encontrado neste link: [http://www.msxpro.com/hardware/mm\\_upgrade/msxaudio.zip](http://www.msxpro.com/hardware/mm_upgrade/msxaudio.zip) ;
2. Remova a solda e abra todos os furos listados abaixo para prepará-los para receber os novos componentes e ligações. As referências de esquerda e direita foram tomadas com a placa na posição demonstrada na foto acima.
  - Furos para o IC3;
  - Furos para o IC6, incluindo o pequeno furo ao lado do pino-8 dele, que foi utilizado para o C22 da foto.
  - Furos para o C21;
  - Furos da direita dos J4, J6, J7 e J9;
  - Furos da esquerda dos J1 e J3;
  - Pontos de passagem rotulados A12 e A13 na foto;
  - Se sua placa não possui o capacitor C5, abra os furos reservados à ele;



3. Prepare seu 74LS139 levantando os pinos 2, 11 e 12;
4. Se você tem habilidade suficiente, dobre os pinos 1 e 10 do 74LS139 sob o mesmo, fazendo-as tocar uma à outra. Mantenha-as tão próximo quanto possível do corpo do chip, de modo que elas não venham a encostar na placa de circuito impresso depois. Se você não acha que conseguirá fazê-lo dessa forma, apenas levante os pinos 1 e 10 como os do item anterior.
5. Se você optou por dobrar os pinos 1 e 10 sob o 74LS139, solde-os juntos. Não use solda demais para evitar que esta conexão encoste na placa depois que o chip for inserido.
6. Coloque o 74LS139 no espaço reservado para o IC6. A partir de agora irei me referir a este 74LS139 por este label IC6. Se você soldou os pinos 1 e 10 sob o IC6, confira novamente se a dupla não está encostando na placa. Recorte um pedaço de fita isolante e cole na área da placa que ficará sob o chip se você preferir ser cauteloso.
7. Observe os pinos que você levantou e encurte aqueles que estiverem perto demais dos outros componentes. Provavelmente será necessário apenas reduzir o pino-12 para evitar que ele toque o IC9. Para os outros pinos deve haver espaço suficiente.
8. Solde os pinos não dobrados nem levantados do IC6 normalmente. Dessa forma ele ficará fixo e pronto para os próximos passos.
9. Se você optou por levantar os pinos 1 e 10, solde um fio ligando-os agora.
10. Solde um fio ligando o furo direito do J3 ao pino-2 do IC6;
11. Solde um fio ligando o ponto de passagem rotulado na foto como A13 ao pino-12 do IC6;
12. Solde um fio ligando o ponto de passagem rotulado na foto como A12 ao pino-11 do IC6;
13. Instale um capacitor cerâmico de 0.1 $\mu$ F no espaço rotulado na foto como C22. Note que este rótulo é meu – você não o encontrará na placa. Há um pequeno furo para um dos terminais dele bem próximo ao pino-8 do IC6. O outro terminal dele deverá ser soldada no terminal direita do resistor R1.
14. Solde um fio conectando o furo direito do J6 ao furo direito do J9;
15. Solde um capacitor eletrolítico de 47 $\mu$ F ao espaço rotulado C21;
16. Se sua placa ainda não possui-lo, solde um capacitor cerâmico de 0.1 $\mu$ F ao espaço rotulado como C5;
17. Instale a SRAM 6164 no espaço reservado para o IC3, soldando-o neste lugar.
18. E, finalmente, substitua a EPROM 27256 original pela nova 27C256 contendo o BIOS do MSX-Audio. No meu HX-MU900 a EPROM já estava soquetada, então esta troca foi muito fácil. Entretanto se o seu possuir a EPROM soldada, nem tente salvá-la, pois é muito arriscado e há dumps dessa ROM pela Net – simplesmente corte os pinos dela um-a-um, remova o chip e depois remova os pinos da placa usando o ferro de solda e um alicate. Em seguida limpe bem os furos e solde um bom soquete torneado neste lugar.

## 4.2. Lado inferior da placa



19. Corte a trilha apontada pelo rotulo "Cut->" na foto acima;
20. Solde um jumper para conectar os pinos 14 e 15 do IC6;

21. Solde um fio conectando o furo esquerdo do J4 ao pino-4 do IC6;
22. Solde um fio conectando o furo direito do J1 ao pino-5 do IC6;
23. Solde um fio conectando o ponto de passagem rotulado /WR ao furo esquerdo do J7;

Verifique novamente todas as conexões que você fez. Se estiverem todas OK, conecte o cartucho ao seu MSX, conecte o cabo de áudio e faça o teste abaixo:

```
_AUDIO  
PLAY#2, "@33ABCDEF"
```

Se você ouvir o MSX-Audio tocando as notas, seu upgrade foi bem sucedido. Você pode testá-lo mais rodando alguns jogos que suportam o MSX-Audio, como Xevious, qualquer Disk-Station, Golvellius-2, Super Cookies, qualquer Rune Master etc. Mas saiba que há dumps ruins de jogos pela Net onde o suporte a MSX-Audio foi removido. Provavelmente isso foi feito para liberar espaço para converter o jogo para memory-mapper, MegaRAM ou qualquer outro patch chunchado.

Você pode usar seu agora totalmente compatível MSX-Audio com musicas em BASIC feitas para o MSX-Music. Basta você alterar o comando CALL MUSIC para CALL AUDIO. Ambos recebem exatamente os mesmos parâmetros. Existe uma programinha muito prático feito pelo BiFi que faz isso para você em tempo real. Chama-se \_MUS2AUD e pode ser encontrado neste link: [http://www.msx.org/\\_MUS2AUD.newspost2978.html](http://www.msx.org/_MUS2AUD.newspost2978.html)

## 5. Terceiro upgrade: Conector de entrada de Áudio

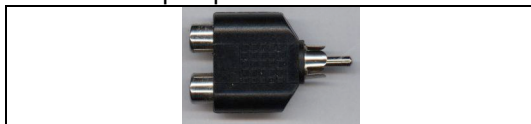
Status: **Incompleto**. Grava áudio, mas com um estranho ruído de fundo.

Dificuldade: Difícil

Quantidade de trabalho: Bastante

Habilidades de soldagem requeridas: Muito boas

O HX-MU900 não possui nenhuma entrada de áudio. Há dois conectores no cartucho ambos são saídas. Por favor note que isso não é o mesmo que estéreo, é apenas dual-mono, que não é exatamente a mesma coisa. O mesmo resultado pode ser obtido conectando-se um splitter como este da foto abaixo em qualquer saída mono:



Minha intenção com este upgrade era converter o conector vermelho em uma entrada, o que faz sentido. O upgrade parece praticamente completo, mas há um ruído de fundo nas gravações que simplesmente não sei como me livrar pois requer habilidades de eletrônica analógica que eu não possuo, pois só sei lidar com eletrônica digital. Se alguém com bons conhecimentos em eletrônica digital puder ajudar a resolver isso, eu seria muito grato.

Se você está curioso para saber como os samples gravados soam (por causa do ruído), colocarei online os arquivos listados abaixo, gravados com o FM-SAMPER v2.2 da Clubguide3 Magazine. Este programa grava samples 8bit raw de até 26,7KHz, então apenas importe-os para um arquivo wav usando o editor de áudio Audacity. Isso significa que estes arquivos contem exatamente o que o Y8950 leu, sem nenhuma conversão distorciva além da importação raw (converte de 8bit->16bit) e a exportação wav (converte de 16bit->8bit) feita pelo Audacity.

- Jornal da Globo.wav: Sample de 26.7KHz, contendo o cumprimento final do jornal homônimo;
- JOSOARES.wav: Sample de 15.5KHz gravado do programa do Jô. Não é nada em particular, apenas o que estava passando na TV no momento que fiz os testes. Minha TV é o dispositivo com saídas LINE-OUT mais fácil para eu fazer estes testes.;
- INPUT-TVOut-Nocables.wav: Este arquivo contem três blocos de 15.5KHz de 16KB concatenados. A primeira parte foi gravada com o HX-MU901 conectado à entrada

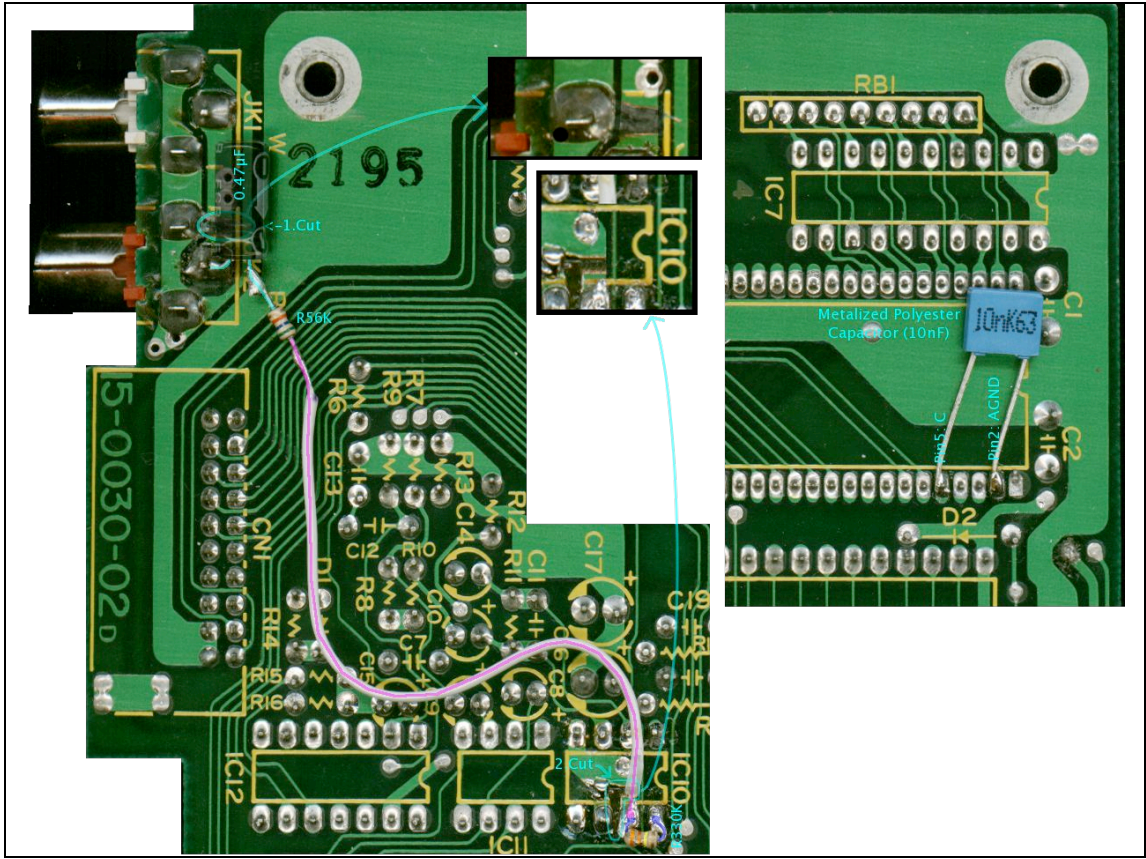
INPUT do meu aparelho de som. Pode soar estranho, mas eu queria assegurar que nenhum sinal iria entrar no HX-MU900. Na segunda parte input do HX-MU900 foi conectado ao audio-out da minha TV em mute. É perceptível a diferença no padrão do som. Na terceira parte não conectei absolutamente nada ao HX-MU900, nem na entrada nem na saída. É perceptível que o nível de ruído é muito maior neste bloco. Vale destacar que mesmo com os problemas no input a saída de áudio permanece com som límpido como cristal, não sendo afetada por nenhuma das situações testadas nestes arquivos.

Se mesmo apos ler tudo isso você decidiu prosseguir e instalar este upgrade, os passos necessários serão descritos abaixo. **Mas nem pense em tentar este upgrade se você não possui experiência suficiente para esta modificação difícil.**

Componentes necessários:

- Um resistor de 56K Ohm
- Um resistor de 330K Ohm
- Dois resistores de 10K Ohm
- Dois diodos 1N4148
- Um capacitor eletrolítico de 0.47 $\mu$ F
- Um capacitor eletrolítico de 1 $\mu$ F
- Um capacitor de styroflex (polystyrene) de 10nF (0.01 $\mu$ F). Mas estes capacitores não estão sendo produzidos mais. Diz-se que o melhor substituto para ele neste tipo de aplicação (sample-and-hold) é um capacitor de 10nF de polypropylene. Ao menos no Brasil estes são muito difíceis de se encontrar, então, se este é o seu caso, você pode tentar um capacitor de poliéster de 10nF como eu fiz.
- Wireups para fazer as conexões necessárias

1. O pino-4 do Y8950 precisa ser levantado da mesma forma que você levantou o pino-3 dele no upgrade de SampleRAM.
2. Cuidadosamente dessolde o IC10 e retire-o da placa;
3. Agora, no lado da solda da placa, corte a trilha que conecta os dois conectores RCA fêmea. Essa trilha é apontada pelo label "1.Cut" na foto abaixo e está ampliada na parte central para melhor compreensão. Perceba que haverá um capacitor eletrolítico (mostrado semi-transparente) montado sobre este corte posteriormente;
4. Com extremo cuidado, faça um corte em "L" conforme aquele apontado pelo label "2.Cut". Isso irá liberar a ilha do pino-2 do IC10 que estava aterrada. Este corte também está ampliado na parte central da foto.
5. Solde o IC10 de volta em seu lugar;
6. Solde um capacitor eletrolítico ao conector fêmea vermelho conforme mostrado na foto. Preste atenção à polaridade;
7. Solde um resistor de 56K Ohm ao pino (-) deste capacitor
8. Solde um fio ligando este resistor ao pino-2 do IC10 conforme destacado em roxo na foto;
9. Solde um resistor de 330K Ohm entre os pinos 1 e 2 do IC10;
10. Solde o capacitor styroflex de 10nF nos pinos 2 e 5 do IC1 (Y8950);





Lado superior da placa. Todos os novos fios estão destacados em ciano:



24. Solde um capacitor eletrolítico de 1 $\mu$ F ao pino-1 do IC10 conforme mostrado. Preste atenção à polaridade;
25. Solde um resistor de 10K ao ponto de passagem rotulado +5V e deixe seu segundo terminal livre por enquanto;
26. Solde um resistor de 10K ao ponto de passagem superior dos rotulados com GND acima (há dois pontos juntos). Solde o segundo terminal deste resistor ao segundo terminal do resistor de 10K anterior, que estava livre. Isso formará uma junção. Esta junção não deverá encostar nem ser conectada à placa;
27. Solde um diodo 1N4148 em paralelo com o primeiro resistor de 10K. A orientação está indicada na foto;
28. Solde um diodo 1N4148 em paralelo com o segundo resistor de 10K. Use o segundo ponto de passagem rotulado GND para ele. A orientação também está indicada na foto;
29. Solde um fio ligando o pino-4 do IC1 à junção formada acima pelos resistores e diodos que você acabou de soldar;
30. Solde outro fio conectando esta junção ao pólo positivo do capacitor eletrolítico de 1 $\mu$ F que você soldou ao IC10;
31. Verifique novamente todas as conexões e tenha certeza de que não há curto-circuitos.

Você já pode testá-lo. Vá ao BASIC e digite:

```
CALL AUDIO
CALL REC PCM (0,0)
CALL PLAY PCM (0,0)
```

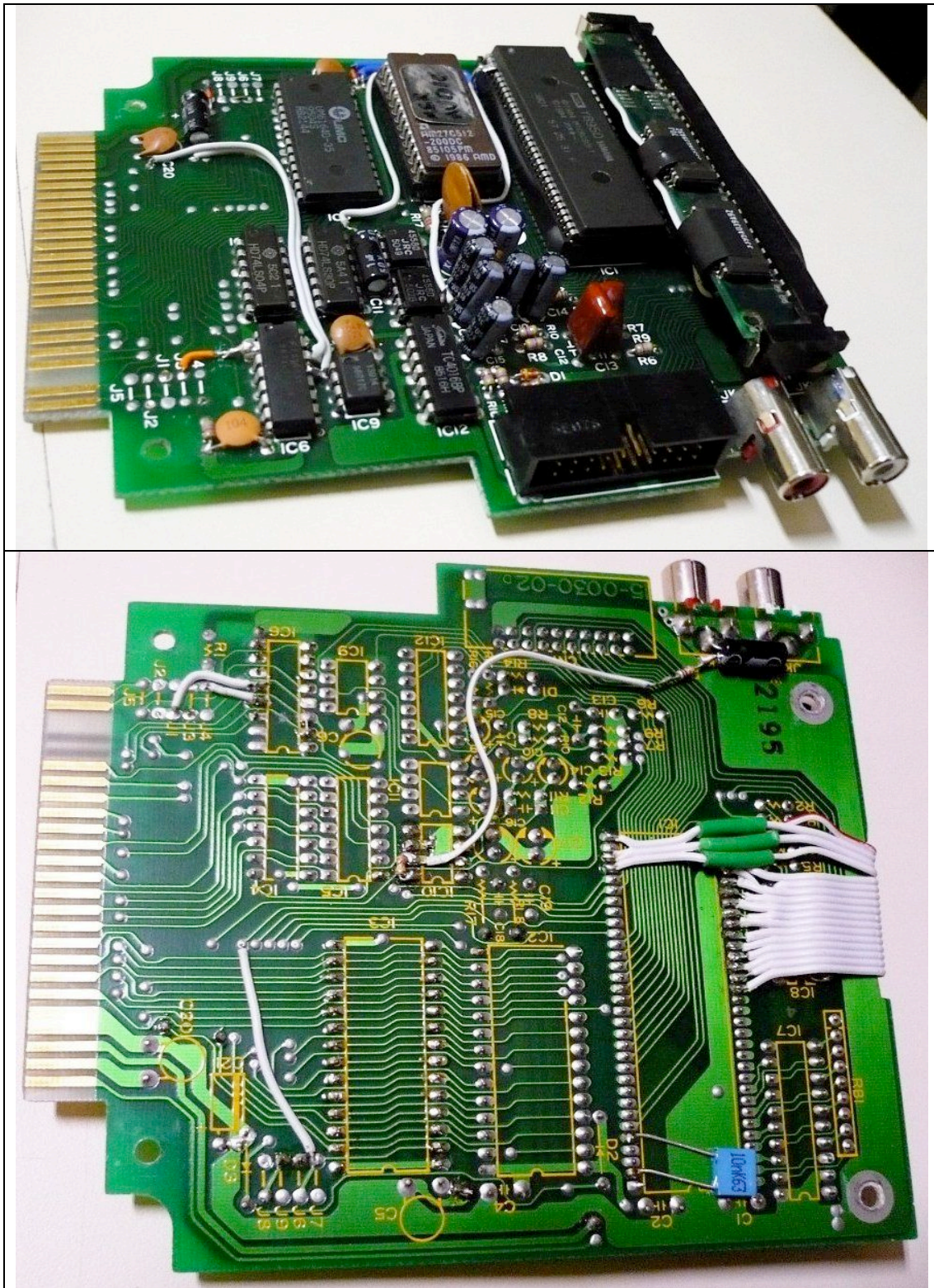
Você saberá facilmente se tudo está funcionando corretamente.

Em seguida faça algumas gravações de teste com seu programa preferido. Eu particularmente recomendo o FM-SAMPLER da Clubduide 3 Magazine (software-menu->Short Hot Softs->FMSAMP) porque ele grava arquivos PCM 8bit raw em blocos de 16KB que você pode concatenar facilmente para importar em qualquer editor de áudio para PC/Mac para analisar. A maioria dos outros programas de áudio do MSX gravam os samples do MSX-Audio em um formato de 4bit ADPCM que provavelmente a maioria dos programas de PC/Mac não conseguirá importar. Além do mais, a compressão ADPCM incluirá uma distorção adicional que dificultará a análise.

Dica: O FM-Sampler v2.2 reporta incorretamente a taxa de amostragem. Você precisará calculá-la manualmente dividindo o tamanho do sample pelo tempo efetivamente gravado.



## 6. Fotos do cartucho após os upgrades





## 7. Agradecimentos para:

- Adriano Camargo Rodrigues da Cunha, por suas incríveis contribuições para a comunidade MSX;
- Luciano Sturaro, da MSXPro, por seu suporte e idéias via ICQ até tarde da noite, por seu excelente website que contém uma enorme quantidade de arquivos/informações e por publicar meus documentos relacionados ao MSX na web;
- Paulo Maluf, por fornecer hardware de MSX a preços decentes e por ter produzido a película de teclado usada para consertar meu velho MSX A1ST;
- Ikeda, por me fornecer um novo A1ST em perfeitas condições;
- Hans Otten, por publicar na web vários dos documentos de onde obtive as informações necessárias para construir os upgrades;
- BiFi, por seu programinha muito prático chamado \_MUS2AUD.

E um agradecimento realmente especial ao **Manuel Bilderbeek**: Ele doou o Toshiba HX-MU900 que você viu neste artigo. Sem a ajuda dele estes upgrades jamais existiriam.