



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA



Relatório: Geração de Caracteres em Vídeo Composto

**Disciplina: CET 0904 - Eletrônica Embarcada com
Microcontroladores**

Autores: César Boaventura Cruz
Marcos Sassahara

Prof. Francisco Fambrini

Limeira
2015



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA



Prof. Francisco Fambrini

Relatório: Geração de Caracteres em Vídeo Composto

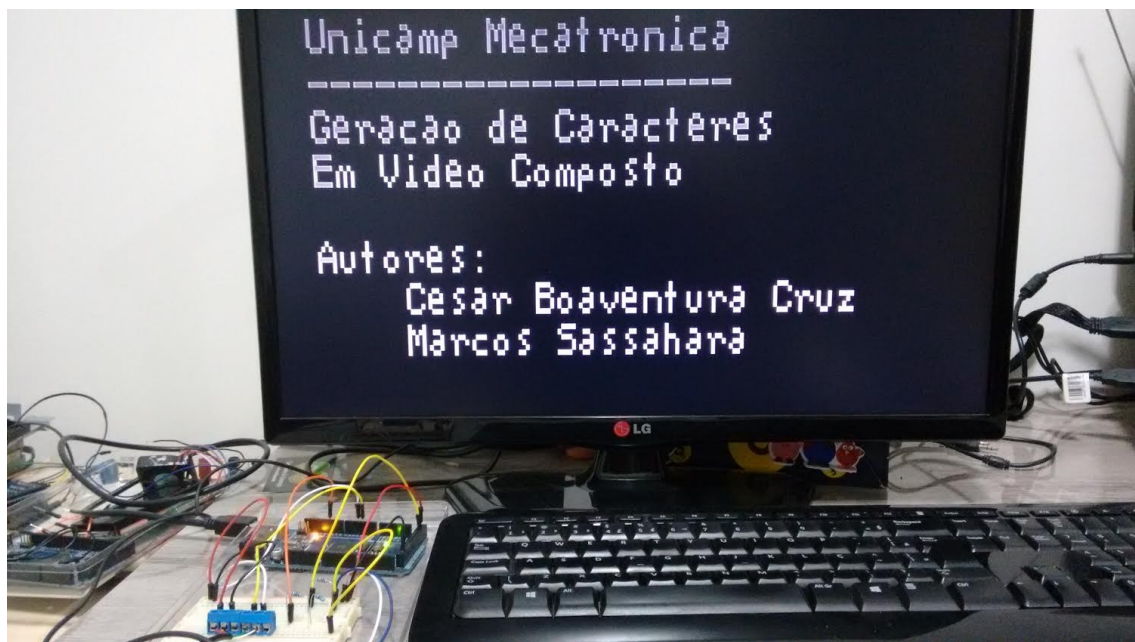
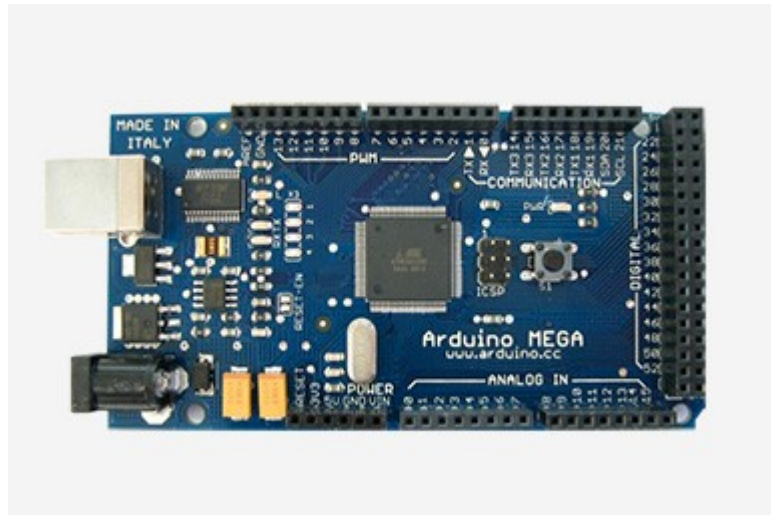
Trabalho de curso
apresentado como relatório de
geração de caracteres em
vídeo composto e pesquisa
para o Curso de
Especialização em
Mecatrônica da Universidade
de Campinas - UNICAMP

Limeira
2015

SUMÁRIO

1.Introdução:.....	5
2.Televisão:.....	5
3.História da Televisão:.....	5
4.O Tubo de Raios Catódicos:.....	6
5.Varredura:.....	7
6.Gerando imagem:.....	8
7.Sinal de vídeo (vídeo composto):.....	9
8.Teclado PS/2:.....	10
9.História do padrão PS/2:.....	10
10.Scan Codes:.....	10
11.Exemplos:.....	11
12.Pinagem do conector mini-DIN:.....	12
13.Sinalização:.....	12
14.Envio de comandos do teclado para o computador:.....	12
15.Implementação:.....	13
16.Esquema para ligação entre Arduino e TV:.....	14
17.Software para geração do sinal de vídeo:.....	14
18.Esquema de ligação entre Arduino e Teclado:.....	15
19.Código Fonte:.....	16
20.Conclusão:.....	17
21.Referências:.....	17

ILUSTRAÇÕES



1. Introdução:

Este documento tem como objetivo descrever a implementação de um gerador de caracteres para um televisor com entrada de sinal de vídeo composto (vídeo analógico). Os caracteres gerados serão definidos em tempo real pelo usuário por intermédio de um teclado de computador.

2. Televisão:

Do grego tele – distante e do latin visione – visão, a televisão é um dispositivo eletrônico capaz de reproduzir imagens e som. Os últimos avanços tecnológicos revolucionaram esses dispositivos e por isso, muito do que se conhece do conceito inicial de TV deixou de ser utilizado devido a uma mudança enorme de paradigma que esses avanços tecnológicos impuseram. Imagens formadas a partir de feixes de elétrons direcionados por campos magnéticos foram substituídas por imagens formadas a partir de pontos discretos de tecnologias como LCD e plasma. Portadoras moduladas em amplitude com sinais de vídeo e frequência com sinais de áudio foram substituídas por sistemas de codificação e modulação digitais.

Por esse trabalho tratar-se de um projeto de geração de sinais de vídeo composto, a abordagem sobre TV se restringirá aos conceitos originais da televisão analógica, ficando fora do escopo desse trabalho tratar da TV digital, as tecnologias dos displays digitais e os métodos implementados por esses dispositivos para tratar os sinais analógicos.

3. História da Televisão:

1923 - Vladimir Zworykin registra a patente do tubo iconoscópico para câmaras de televisão.

1924 - Demonstração do primeiro sistema semimecânico de televisão analógica.

1925 - Demonstração de imagens em movimento. Inventado por John Logie Baird, esse sistema era composto de um disco giratório perfurado, no qual luzes de néon se ascendiam por detrás, respondendo ao sinal de uma estação de rádio que capturava as imagens através de um disco idêntico. Foi o primeiro aparelho a reproduzir imagens em movimento com 30 linhas de resolução.

1927 - Primeiro sistema eletrônico completo, demonstrado por John Logie Baird e Philo Taylor Farnsworth.

1928 - Primeiro serviço analógico. A WGY em Schenectady, Nova Iorque.

1935 - Primeiro serviço de alta definição. Apareceu na Alemanha mas estava disponível apenas em 22 salas públicas.

1936 - Uma das primeiras grandes transmissões de televisão. Os Jogos Olímpicos de Berlim.

1948 – Primeira transmissão de TV no Brasil. Deu-se por Olavo Bastos Freire, na cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais. Com uma câmera e uma antena. As imagens captadas da Avenida Rio Branco foram transmitidas em uma TV de três polegadas, instalada na Avenida Getúlio Vargas, onde funcionava a antiga Casa do Rádio.

1954 - Surgimento da TV em cores, por intermédio da rede norte-americana NBC.

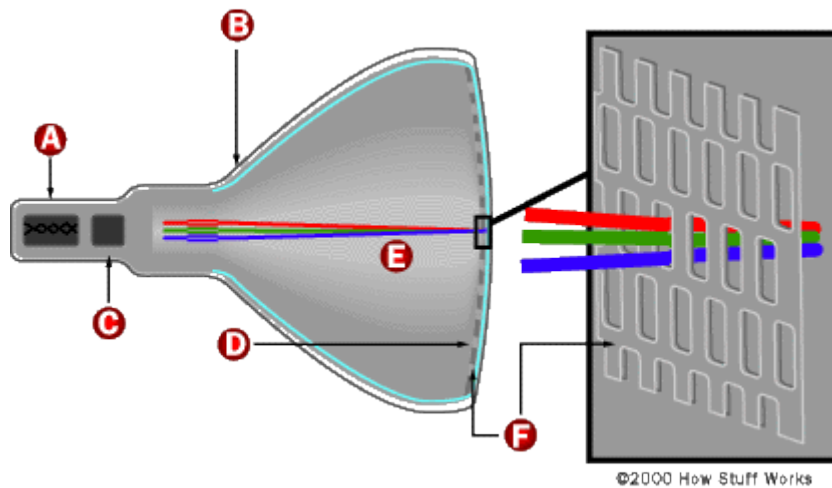
1960 - A japonesa SONY introduziu no mercado os receptores de televisão com transistores.

1962 – Primeira transmissão intercontinental via satélite.

4. O Tubo de Raios Catódicos:

O tubo de raios catódicos é o componente efetivamente responsável por produzir a imagem no televisor. Ele tira vantagem de dois aspectos característicos da visão humana para que uma imagem em movimento seja apresentada:

- i) O cérebro não se conforma em visualizar apenas um conjunto de pontos. Assim que um dado conjunto de pontos é visualizado, o cérebro busca interpretar esse conjunto de pontos buscando padrões conhecidos ou algo intelegível. É assim que identificamos uma imagem a partir de pontos.
- ii) A visão humana tem uma certa inércia. Podemos observar uma lâmpada piscando. A medida com que a frequência em que essa lâmpada pisca aumenta, começamos a sentir dificuldade em visualizar esse efeito. Se a lâmpada piscar 15 vezes por segundo, já não teremos mais condições de identificar que a lâmpada está piscando. Isso possibilita que tanto no cinema quanto em televisores, as imagens sejam sobrepostas numa velocidade tal que teremos a sensação de que a mesma é contínua e não uma sobreposição de quadros.



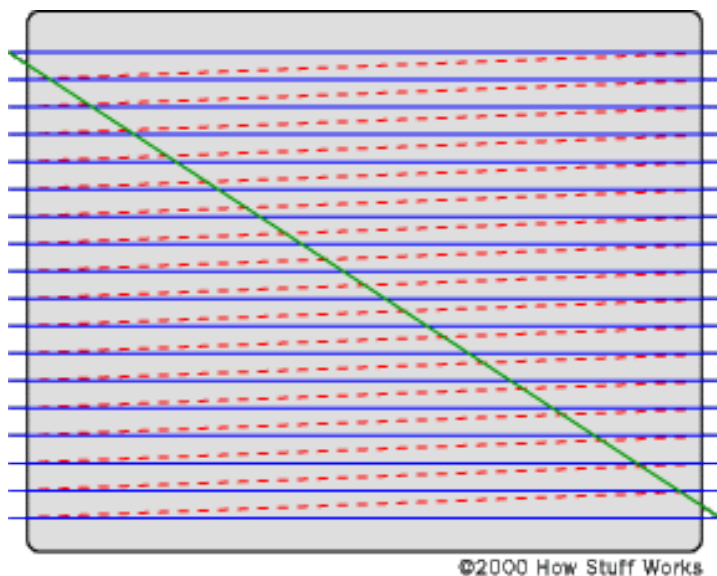
O tubo de raios catódicos assemelha-se a uma válvula eletrônica. Trata-se de um bulbo de vidro (B) com vácuo tendo um sua base um anodo (C) e um catodo (A). O catodo é um filamento aquecido similar ao de uma lâmpada incandescente convencional, que gera um feixe de elétrons (E). Esse feixe, atraído pelo anodo que é eletricamente positivo, é lançado para frente, percorrendo todo o vácuo do tubo e atingindo o outro lado do mesmo onde se encontra uma tela (D) revestida de material que brilha ao ser atingido por esse feixe de elétrons.



Ao redor do tubo, são posicionadas bobinas que geram campo magnético suficiente para desviar o feixe de elétrons que está percorrendo internamente o tubo. Assim, ao invés do feixe sempre atingir um único ponto na tela, a variação do campo magnético nessas bobinas pode fazer o feixe de elétrons se deflexionar de forma a atingir qualquer ponto da tela.

5. Varredura:

A deflexão do feixe de elétrons para atingir toda a área da tela não é feita de forma desordenada. Existe um padrão conforme ilustrado abaixo.



As bobinas são alimentadas de tal forma a levar o feixe de elétrons para o canto superior esquerdo da tela. Nessa posição, apenas as bobinas que fazem a deflexão horizontal do feixe de elétrons tem sua tensão de alimentação modificada de forma a fazer o feixe correr horizontalmente na tela. Quando o feixe chega no final da tela, o mesmo é desligado para que ele retorne ao canto esquerdo da tela numa posição imediatamente inferior a linha traçada anteriormente sem que esse movimento seja registrado na tela. O processo de desenho de mais uma linha se repete sucessivas vezes até que toda a área da tela tenha sido varrida vertical e horizontalmente.

Na figura, as linhas azuis representam linhas que os feixes de elétrons estão pintando na tela da esquerda para a direita, ao passo que o tracejado de linhas vermelhas representa os feixes viajando de volta para a esquerda. Quando o feixe alcança o lado direito da linha inferior, ele tem que voltar para o canto esquerdo superior da tela, como representado pela linha verde na figura.

A expressão resolução horizontal é usada para se referir ao movimento do feixe voltando para a esquerda no final de cada linha, ao passo que a expressão resolução vertical se refere ao movimento de baixo para cima.

Enquanto o feixe pinta cada linha da esquerda para a direita, a intensidade do raio é mudada para criar diferentes tonalidades de preto, cinza e branco pela tela. Como o espaço entre as linhas é muito curto, o cérebro integra todas como uma única imagem. Uma tela de TV normalmente tem 480 linhas visíveis de cima até embaixo.

6. Gerando imagem:

A TV padrão usa uma técnica de entrelaçamento quando varre a tela. Nessa técnica, a tela é varrida 60 vezes por segundo, mas apenas metade das linhas é varrida por quadro. Os feixes varrem alternadamente as linhas enquanto se move para baixo na tela, por exemplo: cada uma das linhas com números

ímpares. Então, da próxima vez que ele se mover para baixo, varrerá as linhas com números pares, alternando para frente e para trás entre as linhas de numeração par e ímpar em cada passagem. Em duas passagens, a tela inteira é varrida 30 vezes por segundo. A alternativa para o entrelaçamento é chamada escaneamento progressivo e pinta cada linha na tela 60 vezes por segundo. A maioria dos monitores de computador usa o escaneamento progressivo porque ele reduz significativamente a tremulação.

A varredura da tela conforme descrito anteriormente vai resultar numa tela totalmente acesa. Para se formar uma imagem é necessário que o feixe de elétrons tenha sua intensidade variada durante o processo de varredura para que a imagem se forme na tela. O sinal de vídeo deve prover essa informação. Basicamente, ele contém:

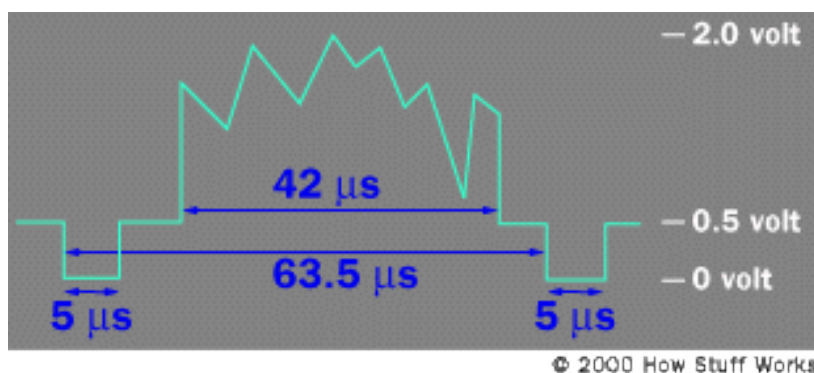
- i) Informação de intensidade para o feixe pintar cada linha;
- ii) Sinais de resolução horizontal para informar à TV quando movimentar o feixe de volta para o final de cada linha;
- iii) Sinais de resolução vertical 60 vezes por segundo para mover o feixe do canto inferior direito para o esquerdo superior.

7. Sinal de vídeo (vídeo composto):

Na figura abaixo podemos observar um sinal de vídeo composto, por exemplo, gerado a partir de um vídeo cassete e fornecido para o televisor via plug RCA amarelo.

Os sinais de resolução horizontal são pulsos de 5 μ s a zero volt. A eletrônica dentro da TV pode detectar esses pulsos e usá-los para disparar a resolução horizontal do feixe. O sinal real para a linha é uma onda que varia entre 0,5 volts e 2,0 volts, com 0,5 volts representando o preto e 2 volts representando o branco. Este sinal controla o circuito de intensidade para um feixe de elétrons. Em uma TV preto e branco, esse sinal pode ocupar cerca de 3,5 MHz da largura de banda, ao passo que em um aparelho colorido o limite é de cerca de 3,0 MHz.

O pulso de resolução vertical é similar ao pulso horizontal, mas dura de 400 a 500 μ s. O pulso de resolução vertical é serrilhado com pulsos de resolução horizontal para manter o circuito de resolução horizontal na TV sincronizado.



8. Teclado PS/2:

Apesar de estarem caindo em desuso devido a sua gradativa substituição por teclados USB, os teclados com padrão PS/2 ainda são amplamente utilizados e não podem ser considerados obsoletos. Do ponto de vista de interfaceamento, são muito mais fáceis de serem utilizados do que os teclados USB e por esse motivo foram escolhidos para esse trabalho.

9. História do padrão PS/2:

Os teclados padrão IBM, conhecidos como “teclados AT” ou “teclados PS/2” foram desenvolvidos na década de 80 como uma alternativa ao padrão XT.

Os teclados AT possuem as seguintes características:

- i) Não são compatíveis com o padrão XT anterior.
- ii) 84 – 101 teclas.
- iii) Conector DIN de 5 pinos.
- iv) Protocolo de comunicação serial bidirecional.
- v) Scan code set 2.
- vi) 8 comandos do tipo host-to-keyboard.

Em 1987 o padrão PS/2 foi disponibilizado com as seguintes características:

- i) 84 – 101 teclas.
- ii) Conector mini-DIN de 6 pinos.
- iii) Protocolo de comunicação serial bidirecional.
- iv) Scan code set 3.
- v) 17 comandos do tipo host-to-keyboard.

Apesar do padrão PS/2 ser uma extensão do AT, as diferenças pouco significativas e a falta de padronização dos computadores faz com que ambos sejam considerados compatíveis mesmo que não implementando 100% de todas as funcionalidades. Atualmente, padrão AT e padrão PS/2 referem-se somente ao tamanho do conector.

10. Scan Codes:

Um teclado é uma grande matriz de teclas com um microcontrolador embarcado, chamado de “encoder” responsável por monitorar o acionamento dessas teclas e cuidar de atividades como debouncing, bufferização de teclas, etc. O microcontrolador monitora se uma tecla foi acionada, mantida pressionada ou solta. Para cada ação desse tipo um pacote de dados, conhecido como “scan code”, é enviado para o computador. Nos 2 primeiros casos, “make codes” e no último, “break codes”. Cada tecla possui um código único que permite o computador identificar qual tecla está sendo utilizada. A tabela abaixo mostra os Scan Codes 3..

KEY	MAKE	BREAK	-----	KEY	MAKE	BREAK	-----	KEY	MAKE	BREAK
A	1C	F0,1C		9	46	F0,46		[54	F0,54
B	32	F0,32		`	0E	F0,0E		INSERT	67	F0,67
C	21	F0,21		-	4E	F0,4E		HOME	6E	F0,6E
D	23	F0,23		=	55	F0,55		PG UP	6F	F0,6F
E	24	F0,24		\	5C	F0,5C		DELETE	64	F0,64
F	2B	F0,2B		BACKSP	66	F0,66		END	65	F0,65
G	34	F0,34		SPACE	29	F0,29		PG DN	6D	F0,6D
H	33	F0,33		TAB	0D	F0,0D		U ARROW	63	F0,63
I	43	F0,43		CAPS	14	F0,14		L ARROW	61	F0,61
J	3B	F0,3B		L SHFT	12	F0,12		D ARROW	60	F0,60
K	42	F0,42		L CTRL	11	F0,11		R ARROW	6A	F0,6A
L	4B	F0,4B		L WIN	8B	F0,8B		NUM	76	F0,76
M	3A	F0,3A		L ALT	19	F0,19		KP /	4A	F0,4A
N	31	F0,31		R SHFT	59	F0,59		KP +	7E	F0,7E
O	44	F0,44		R CTRL	58	F0,58		KP -	4E	F0,4E
P	4D	F0,4D		R WIN	8C	F0,8C		KP +	7C	F0,7C
Q	15	F0,15		R ALT	39	F0,39		KP EN	79	F0,79
R	2D	F0,2D		APPS	8D	F0,8D		KP .	71	F0,71
S	1B	F0,1B		ENTER	5A	F0,5A		KP 0	70	F0,70
T	2C	F0,2C		ESC	08	F0,08		KP 1	69	F0,69
U	3C	F0,3C		F1	07	F0,07		KP 2	72	F0,72
V	2A	F0,2A		F2	0F	F0,0F		KP 3	7A	F0,7A
W	1D	F0,1D		F3	17	F0,17		KP 4	6B	F0,6B
X	22	F0,22		F4	1F	F0,1F		KP 5	73	F0,73
Y	35	F0,35		F5	27	F0,27		KP 6	74	F0,74
Z	1A	F0,1A		F6	2F	F0,2F		KP 7	6C	F0,6C
0	45	F0,45		F7	37	F0,37		KP 8	75	F0,75
1	16	F0,16		F8	3F	F0,3F		KP 9	7D	F0,7D
2	1E	F0,1E		F9	47	F0,47]	5B	F0,5B
3	26	F0,26		F10	4F	F0,4F		,	4C	F0,4C
4	25	F0,25		F11	56	F0,56		'	52	F0,52
5	2E	F0,2E		F12	5E	F0,5E		,	41	F0,41
6	36	F0,36		FRONT SCRN	57	F0,57		.	49	F0,49
	3D	F0,3D		SCROLL	5F	F0,5F		/	4A	F0,4A
8	3E	F0,3E		PAUSE	62	F0,62				

11. Exemplos:

Tecla A pressionada => 1C

Tecla A solta => F0, 1C

Para "A" maiúsculo, a tecla Shift precisa ser acionada conforme a sequencia abaixo:

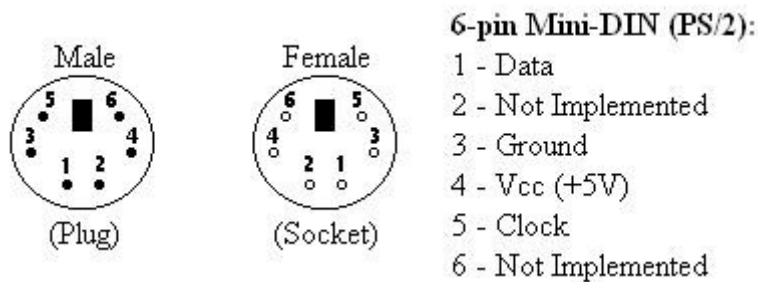
Tecla "Shift" pressionada => 12

Tecla A pressionada => 1C

Tecla A solta => F0, 1C

Tecla "Shift" solta => F0, 12

12. Pinagem do conector mini-DIN:



Data e Clock são os pinos de comunicação serial bidirecional. Seguem o padrão TTL. O teclado é alimentado via pino Vcc por uma tensão de 5V.

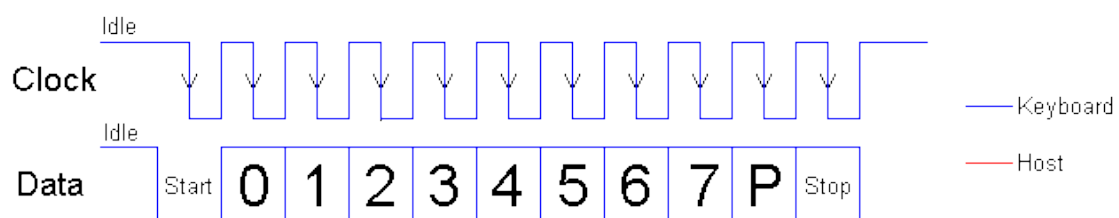
13. Sinalização:

A comunicação entre o teclado e o computador é bidirecional sendo que o controle é determinado pelo computador. Assim, o computador mantém o nível de Clock alto e somente nesta situação, considerada “idle”, o teclado tem permissão para enviar comandos. O computador pode inibir o teclado a qualquer momento setando o nível de Clock para baixo.

14. Envio de comandos do teclado para o computador:

Estando a linha de clock em nível alto, o teclado está apto a enviar comandos. É ele o responsável por gerar os pulsos de clock. O clock tem frequência de 10 a 16.7 KHz. Na linha de dados, são enviados 11 bits:

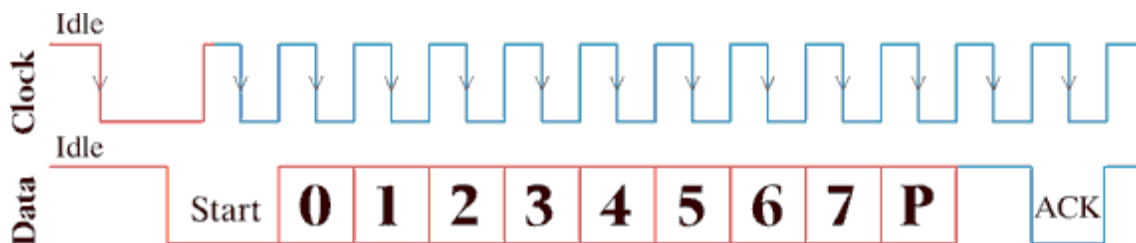
- i) 1 start bit. Sempre 0.
- ii) 8 bits de dados começando pelo bit menos significativo.
- iii) 1 bit de paridade (odd parity).
- iv) 1 stop bit. Sempre 1.



Envio de comandos do computador para o teclado:

Nesta modalidade de comunicação, o clock continua sendo gerado pelo teclado. O computador precisa então fazer uma requisição de envio para o teclado. Os seguintes passos detalham melhor esse processo:

- i) O computador baixa a linha de clock por pelo menos 100 ms. Este é o tempo suficiente para inibir o teclado e sinalizar o pedido de envio de dados.
- ii) O computador seta a linha de dados para baixo.
- iii) O computador libera a linha de clock.
- iv) O computador aguarda o teclado setar em baixo a linha de clock.
- v) O computador seta/reseta a linha de dados conforme o bit menos significativo do byte a ser enviado.
- vi) O computador aguarda o clock ir para alto.
- vii) O computador aguarda o clock ir para baixo.
- viii) Os passos 5 a 7 se repetem para os outros 7 bits de dados.
- ix) O computador libera a linha de dados.
- x) O computador aguarda o dispositivo setar em baixo a linha de dados.
- xi) O computador aguarda o teclado setar em baixo a linha de clock.
- xii) O computador aguarda o teclado liberar as linhas de clock e dados.



15. Implementação:

Para conclusão desse relatório, será implementado um sistema de geração de sinal de vídeo composto, que possibilitará colocar em prática alguns conceitos contidos neste documento.

Faz parte do escopo dessa implementação:

- I. Reprodução de caracteres em vídeo composto utilizando Arduino ligado ao rca de uma TV.
- II. A possibilidade de informar os caracteres através de um teclado ligado ao Arduino.

Para esta implementação será utilizado os seguintes componentes eletrônicos:

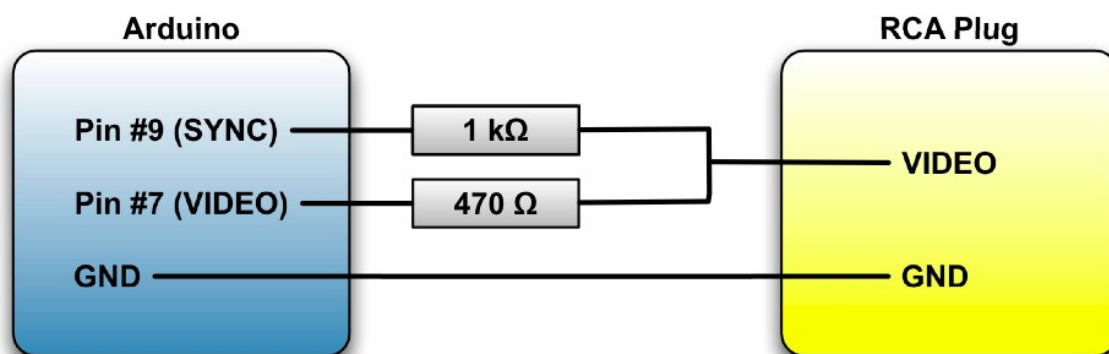
- I. Uma placa Arduino (Foram testados nesse experimento os modelos Mega e Uno)
- II. Um cabo USB para conectar o Arduino no computador
- III. Um resistor de 1k ohm
- IV. Um resistor de 470 ohms

V. Um cabo RCA

VI. Um teclado PS/2

16. Esquema para ligação entre Arduino e TV:

- I. O fio terra do cabo RCA deverá ser conectado ao GND da placa Arduino.
- II. O fio de sinal(VIDEO) do cabo RCA deve ser ligado ao pino digital do Arduino 9 e 7 utilizando os dois resistores de acordo com a imagem abaixo:



- III. O pino 9 será responsável por sincronizar o remetente (Arduino) e o receptor (aparelho de televisão)
- IV. E o pino 7 será responsável por emitir o sinal de vídeo.

A especificação dos pinos acima foi utilizada para ligar o Arduino UNO. Para ligar o Arduino Mega basta alterar o pino 9 e 7 pelos pinos 11 e 29.

17. Software para geração do sinal de vídeo:

Para facilitar a criação do software de geração de video composto utilizaremos a biblioteca arduino-tvout e PS2Keyboard.

- I. Tvout:

Esta biblioteca não só oferece funções básicas para desenhar linhas, círculos e retângulos, como possui um conjunto de ferramentas para desenhar texto em fontes de vários tamanhos além de suportar saída de som.

Porem como não faz parte do escopo do projeto não entraremos em detalhes sobre o funcionamento dessa biblioteca.

Com o Arduino e a biblioteca `tvout` podemos gerar gráficos monocromáticos com uma resolução de 128 por 96 pixels para PAL e NTSC. Certamente isso é o suficiente para nossa aplicação.

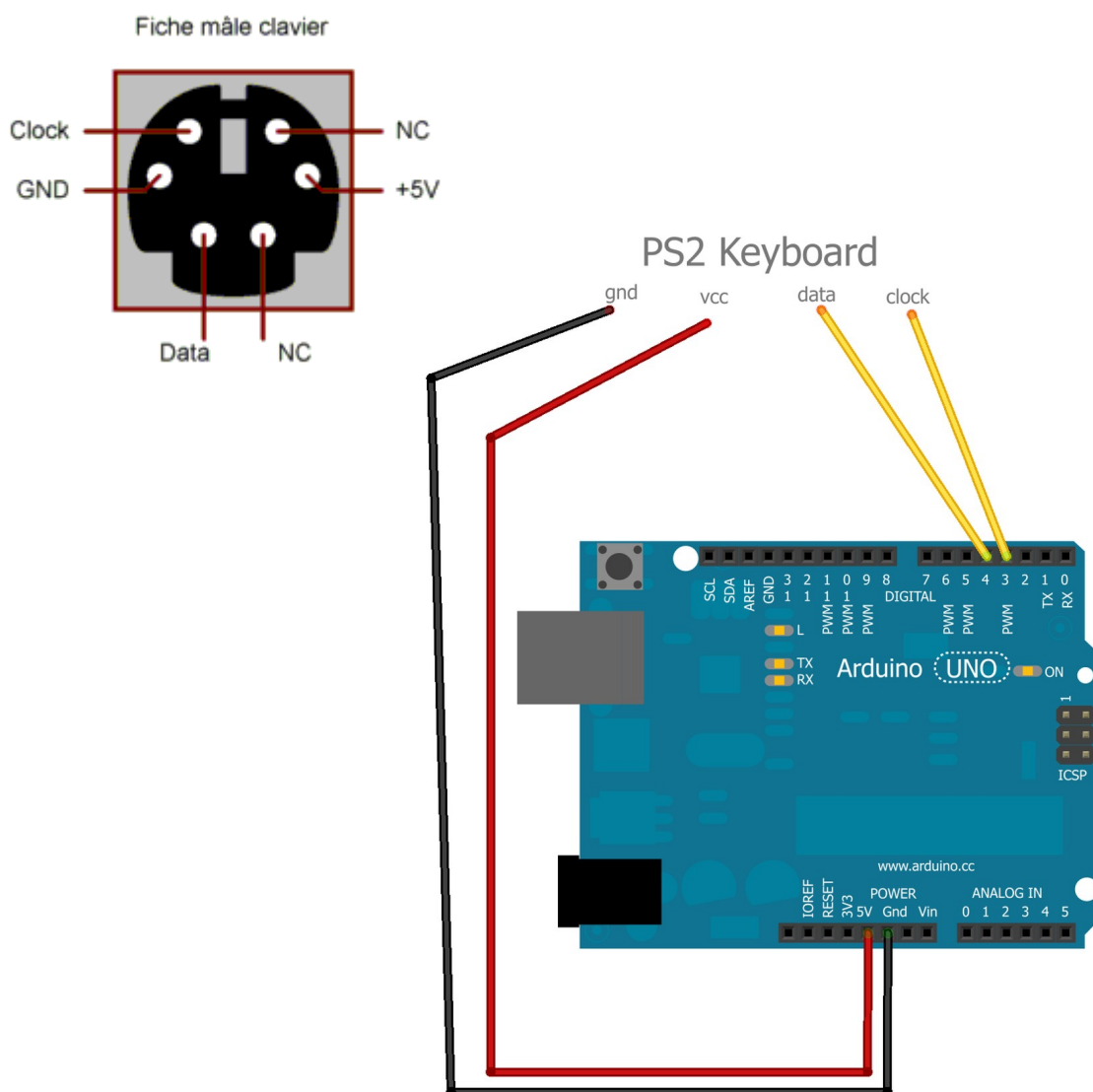
II. PS2Keyboard:

A biblioteca `PS2Keyboard` utiliza uma interrupção externa disponíveis no Arduino para atuar no pino de clock do conector PS/2.

Uma vez que a interrupção é detectada, o sinal é armazenado num buffer que já pode ser lido.

O sinal de dados pode ser ligado a qualquer pino, desde que este não possua LED, pois a corrente do LED poderá interferir no sinal de dados.

18. Esquema de ligação entre Arduino e Teclado:



19. Código Fonte:



```
arduino_tv_teclado

#include <PS2Keyboard.h>
#include <TVout.h>
#include <fontALL.h>

const int DataPin = 4;
const int IRQpin = 3;

PS2Keyboard keyboard;

TVout TV;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  keyboard.begin(DataPin, IRQpin, PS2Keymap_US);
  TV.begin(_NTSC, 184, 72);
  TV.select_font(font6x8);
  TV.println("Unicamp Mecatronica");
  delay(1000);
}

void loop() {
  if (keyboard.available()) {
    char c = keyboard.read();

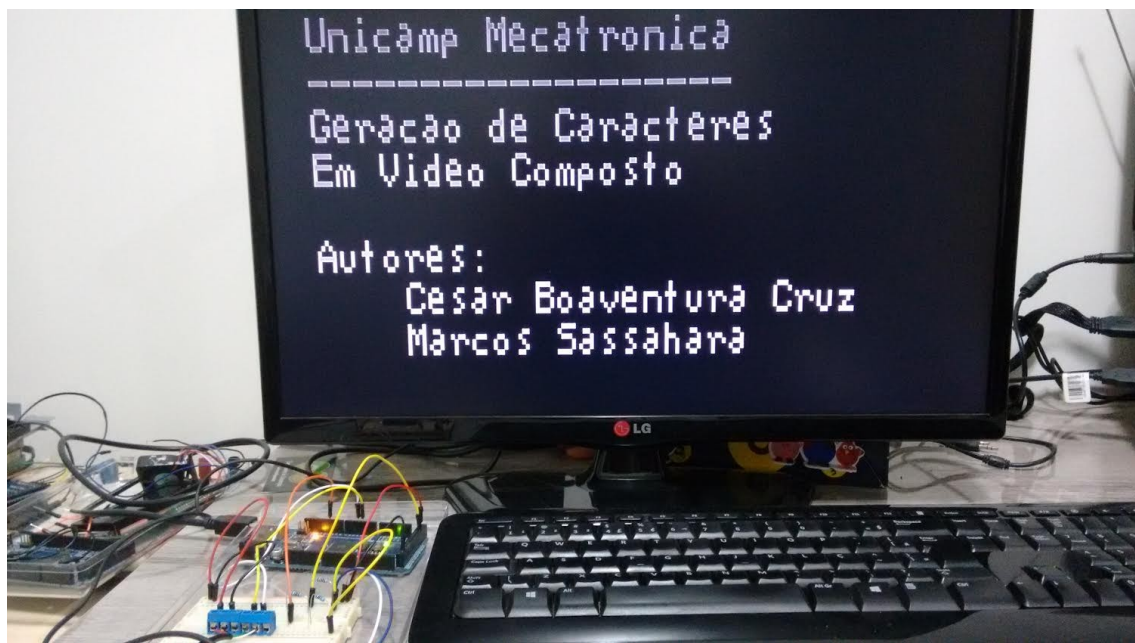
    if (c == PS2_ENTER) {
      TV.println();
    } else {
      TV.print(c);
    }
  }
}
```


20. Conclusão:

Atualmente essa tecnologia pode parecer um tanto quanto rudimentar, mas não podemos esquecer que a mesma proporcionou uma grande evolução para a humanidade.

Com a implementação foi possível simplificar o conceito e perceber as limitações de recursos usando video composto.

Outra característica identificada foi a baixa qualidade de vídeo dentro do sistema experimental usando Arduíno na geração de sinal.



21. Referências:

<https://pt.wikipedia.org/>
<http://tecnologia.hsw.uol.com.br/televisao.htm>
<http://www.computer-engineering.org/ps2keyboard/>
<http://retired.beyondlogic.org/keyboard/keybrd.htm>
<http://code.google.com/p/arduino-tvout/>